

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

E.A.P. DE ODONTOLOGÍA

**Comparación de microfiltración entre el cemento
resinoso de espigos de fibra estándar y espigos de fibra
anatomizados**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

AUTOR

Ana Maria Espinoza Surichaqui

ASESOR

Gerardo Ayala de la Vega

Lima – Perú

2015

MIEMBROS DEL JURADO

Mg. Margot Gutiérrez llave

PRESIDENTE

CD. Tulio Abuhadba Hoyos

MIEMBRO

Dr. Gerardo Ayala de la Vega

MIEMBRO ASESOR

Dedicatoria

A mis papás Guillermo y Ana por ser un pilar fundamental en mi vida, por el amor y por haberme apoyado durante todos estos años.

A mis hermanos Miguel y Jackelyn por estar siempre ahí, por su preocupación, ayuda, ánimos y su cariño.

A mi mamita Ana por enseñarme a perseverar.

A Renzo por su apoyo, optimismo, cooperación, paciencia, cariño, y confianza.

A Liam por alegrar mis días.

Agradecimientos

Agradezco a la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y a cada uno de sus profesores y funcionarios, quienes a lo largo de estos años me entregaron una excelente formación.

A mi asesor, Dr. Gerardo Ayala de la Vega, por su amistad y apoyo en la elaboración de la presente investigación. Gracias por sus consejos y su experiencia, aprendí mucho.

Al CD. Tulio Abuhadba Hoyos por su amistad, guía, enseñanzas y experiencias compartidas.

A la Mg. Margot Gutiérrez llave por su disponibilidad de tiempo, contribución y enseñanzas para poder concluir con éxito este trabajo.

A la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNMSM, en especial a los Biólogos Ruperto Severino López y Nicolás Jonathan Jesús Tarmeño Rojas por la ayuda, los conocimientos y el tiempo prestado para la realización de este trabajo.

Al grupo docente y asistencial del Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Odontología de la UNMSM en especial a la Dra. Elba Martínez por su cooperación, paciencia y ayuda.

Agradezco además, la importante participación de mis grandes amigos, por todos los momentos compartidos y su apoyo.

RESUMEN

La microfiltración en la interfase diente restauración, como consecuencia de la pobre adaptación marginal, es una causa significativa de caries secundarias, patologías infecciosas periapicales, fracturas y descementación de la restauración. El objetivo de este estudio fue comparar la microfiltración entre espigos de fibra estándar y espigos de fibra anatomizados teniendo como interfase un cemento resinoso. El estudio se realizó en 30 premolares humanos recientemente extraídos, se les realizó endodoncia siguiendo el protocolo de la Técnica Corono Apical. En 15 dientes se colocó el espigo de vidrio anatomizado con resina; y en 15 dientes se colocó el espigo de vidrio estándar; en ambos grupos se usó un cemento resinoso. Al finalizar esta etapa, se selló la superficie radicular. Luego la muestra fue sumergida en azul de metileno al 2% por 72 horas a temperatura ambiente, luego se colocó en una estufa a 37° por 24 horas después fueron almacenados por 24 horas en un recipiente seco para luego ser seccionados en sentido vestibulo lingual. Se analizaron las muestras en un microscopio estereoscópico 8x. Se obtuvo como resultado que la microfiltración promedio para el grupo de espigos de fibra estándar fue de 4000.1 micras mientras que para el grupo de espigos de fibra anatomizados fue de 2567.8 micras. Al aplicar la Prueba T Student se determinó que existen diferencias estadísticas entre ambos grupos.

Se concluyó que ninguna de las formas de espigos estudiados fue capaz de evitar por completo la microfiltración marginal en la interfase diente-poste. La microfiltración para los espigos de fibra estándar fue mayor que los espigos de fibra anatomizados, con una diferencia estadísticamente significativa.

Palabras claves: Microfiltración, espigos anatomizados, cementación.

ABSTRACT

The microfiltration in the tooth restoration interface is a significant cause of secondary caries, periapical infectious diseases, fractures and debonding of the restoration. The aim of this study was to compare standard posts microfiltration between relined fiber posts having as a resin cement interface. The study was conducted on 30 human premolars recently extracted, was performed following the protocol of endodontic Technical Corono Apical. In 15 teeth relined fiber posts were placed; and 15 teeth post standard glass was placed; in both groups resin cement was used. At the end of this stage, the root surface is sealed. Then the sample was immersed in methylene blue 2% for 72 hours at room temperature, then placed in an oven at 37°C for 24 hours after they were stored for 24 hours in a dry container before were sectioned transversally.. Samples were analyzed on a stereomicroscope 8x. The average microfiltration group standard post was 4000.1 microns while for the group relined fiber posts was 2567.8 microns. When applying the Student T test it was determined that there are statistical differences between groups. None of the forms of posts studied was able to completely prevent microleakage at the interface tooth-post. Microfiltration post standard fibers were greater than relined fiber posts, with a statistically significant difference.

Keywords: Microleakage, relined fiber posts, cement.

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	13
2	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
2.1	Área problema	14
2.2	Delimitación	15
2.3	Formulación	16
2.4	Objetivos	16
2.4.1	General	16
2.4.2	Específicos	16
2.5	Justificación	17
2.6	Limitaciones	17
3	MARCO TEÓRICO	18
3.1	Antecedentes	18
3.2	Bases teóricas	25
3.2.1	Cemento	25
3.2.2	Espigos	40
3.2.3	Adhesión	45
3.2.4	Microfiltración	51
3.3	Hipótesis	53
3.4	Operacionalización de variables	54
3.5	Metodología	55
3.5.1	Tipo de investigación	55
3.5.2	Población y muestra	55
3.5.3	Procedimientos y técnica	55
3.5.4	Procesamiento de datos	67
3.5.5	Análisis de Resultados	67

4	RESULTADOS	67
5	DISCUSIÓN	74
6	CONCLUSIONES	76
7	BIBLIOGRAFIA	77
8	ANEXOS	81

INDICE DE TABLAS

Tabla 3-1. Propiedades del cemento Fosfato de Zinc	26
Tabla 3-2. Propiedades del cemento policarboxilato de Zinc	27
Tabla 3-3. Propiedades del cemento ionómeros de vidrio convencionales	28
Tabla 3-4. Propiedades del cemento ionómeros de vidrio reforzados con resina....	29
Tabla 3-5. Propiedades del cemento resinoso	32
Tabla 4-1. Valores estadísticos descriptivos del Grupo Espigo de Fibra Estándar ..	68
Tabla 4-2. Valores estadísticos descriptivos del Grupo Espigo de Fibra Anatomizado	69
Tabla 4-3. Prueba de normalidad Shapiro Wilk de los valores de microfiltración obtenidos para el Grupo Espigo de Fibra Estándar y el Grupo Espigo de Fibra Anatomizado.....	71
Tabla 4-4. Análisis de igualdad de varianzas mediante la prueba de Fisher.	72
Tabla 4-5. Análisis de medias mediante la prueba T Student	72

INDICE DE FIGURAS

Figura 3-1. Poste de base orgánica reforzado con fibras (PBORF) de alta resistencia a la fractura y a la fatiga (Rebilda Post, VOCO GmbH). (Tomado de Bertoldi, 2011)	41
Figura 3-2. Cortes del PBORF de la figura 1: Obsérvese la presencia de fibras en cortes longitudinal y transversal, y cómo se presentan en gran número y homogéneamente distribuidas. (Tomado de Bertoldi, 2011)	44
Figura 3-3. Fotografía de microscopia por barrido electrónico que muestra tags formados después de la aplicación de un sistema adhesivo para la cementación de un poste de fibra (SEM 500×). (Tomada de Breschi, 2009)	47
Figura 3-4. Fotografía del barrido dentinario captada en microscopio de barrido electrónico (1000×). (Tomada de Breschi, 2009)	50
Figura 3-5. Eliminación de los segmentos coronales.	56
Figura 3-6. Tratamiento de conductos	57
Figura 3-7. Desobturación de conductos	57
Figura 3-8. Aplicación de Silano	58
Figura 3-9. Colocación ácido ortofosfórico al 37% sobre la superficie de la dentina radicular y lavado con abundante agua	59
Figura 3-10. Dispensación del cemento para su mezclado, el espigo es embebido en la mezcla.	60
Figura 3-11. Colocación del espigo en el conducto radicular. Eliminación de excesos del cemento.	60

Figura 3-12. Selección del espigo, desinfección en hipoclorito de sodio al 5%.	
Colocación de glicerina en el interior del conducto radicular.	61
Figura 3-13. Aplicación de Silano. Aplicación del Adhesivo	61
Figura 3-14. Aplicación de aire por 1 a 3 segundos. Fotocurado del Adhesivo.	62
Figura 3-15. Colocación de resina compuesta de nanorrelleno (Filtek Z-350, 3M ESPE) alrededor del espigo. Se colocó en la luz del conducto radicular, se aplicó presión constante.	62
Figura 3-16. Se fotoactivó solo por 5 segundos	63
Figura 3-17. Se eliminó la glicerina de la superficie del nuevo espigo formado y del conducto radicular con alcohol.....	63
Figura 3-18. Se lavó y se colocó ácido ortofosfórico al 37% sobre la superficie de la dentina radicular, se lavó y se secó con conos de papel.....	64
Figura 3-19. Dispensación del cemento para su mezclado, el espigo anatomizado es embebido en la mezcla.	64
Figura 3-20. Se asentó el espigo con una presión ligera. Se fotopolimerizó cada superficie por 40 segundos.	65
Figura 3-21. Se barnizó con cianocrilato y luego con esmalte de uñas los tercios apical y medio.....	65
Figura 3-22. Se sumergió la muestra en azul de metileno al 2% por 72 horas a temperatura ambiente.....	66
Figura 3-23. Fotografía de una de las muestras al microscopio estereoscópico (8x)	67

Figura 4-1. Distribución Grupo Espigo de Fibra Estándar	69
Figura 4-2. Distribución del Grupo Espigo de Fibra Anatomizado	70
Figura 4-3. Comparación de la penetración del colorante entre dentina y cemento resinoso según el tipo de Espigo de Fibra.	73

1 INTRODUCCIÓN

Los espigos radiculares son medios de rehabilitación protésica en dientes con amplia destrucción coronal que aun cuentan con adecuado soporte periodontal. Actualmente los espigos de fibra de vidrio se indican para restaurar dientes endodónticamente tratados por su excelente estética, fácil manipulación y resistencia. Pero a pesar de las múltiples ventajas de los espigos de fibra de vidrio la microfiltración en la interfase diente - espigo, es causa relevante de caries secundarias, fracturas y descementación de la restauración.

La microfiltración entre el diente y el espigo continúa siendo un desafío, pues presentan una doble interfaz adhesiva, una interfaz que está entre la superficie del diente y el cemento, y otra, entre el cemento y la superficie del espigo, el éxito de esta interfase dependerá del tipo de adhesivo usado, del agente cementante, del tratamiento de superficie de los sustratos y del espesor de la capa de cemento.

El propósito de este estudio es evitar la microfiltración mejorando la adaptación marginal, por lo que se ha propuesto como alternativa reducir el espesor excesivo de la capa de cemento adaptando la estructura del espigo a la forma radicular residual.

2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 Área problema

Los dientes destruidos parcialmente con tratamiento de conductos que servirán como pilares protésicos deben ser restaurados con espigo, que pueden dividirse en dos grandes categorías: colados y los prefabricados.

Se debe resaltar que antes de la introducción de los espigos prefabricados, el único método disponible para reconstruir muñones era el metal colado, por la técnica directa o indirecta. Los espigos metálicos se han utilizado durante muchos años con muy buenos resultados. Luego se empezaron a implementar diferentes materiales para reemplazar al metal. Por lo que podemos encontrar espigos de diferentes materiales, como son los de fibra de carbón, fibra de vidrio, fibra de tungsteno. Actualmente podemos reconocer que los espigos de fibra de vidrio son los más empleados para la reconstrucción de dientes con tratamiento de conductos. Los espigos de fibra de vidrio vienen siendo utilizados de manera incremental, debido a lo fácil de su colocación, tienen menor tiempo de trabajo clínico que los espigos colados, debido a que pueden colocarse en una sesión, tienen posibilidad de ser utilizados en urgencias, tienen un costo medio y son resistentes ya que su módulo de elasticidad es similar al de la dentina; son translucidos; presentan variedad de tamaños que permiten su uso en dientes anteriores y posteriores, proveen excelente retención en el caso de raíces muy cortas y presentan calibres y largos variados.

Para la cementación de estos espigos al diente se utilizan diversos cementos, pero su unión al diente es variable. Los cementos se pueden clasificar según su composición química en: cementos de fosfato de zinc, cementos policarboxilatos,

cementos de ionómero de vidrio, cementos de ionómero de vidrio modificado con resina y cementos resinosos.

Los cementos resinosos son ampliamente utilizados para la cementación de restauraciones estéticas indirectas de cerámica o de resina, carillas y en espigos para dientes endodónticamente tratados.

Si bien la correcta elección del material cementante resulta crucial a la hora de asegurar el éxito de la rehabilitación. Uno de los aspectos más relevantes es la adaptación marginal de la restauración al diente; lo cual logrará que el cemento se mantenga íntegro a través del tiempo, evitando que fluidos salivales y bacterias penetren en la interfase diente-espigo (restauración). Este flujo dinámico de elementos es conocido como microfiltración.

2.2 Delimitación

La microfiltración a lo largo de la interfase diente - restauración, es una causa significativa de caries secundarias, patologías infecciosas periapicales, fracturas y descementación de la restauración.

El grosor de esta interfase puede variar debido a la anatomía del conducto radicular o en aquellos casos que el conducto resulta excesivamente amplio debido al proceso carioso.

En estos casos se enfrenta dos alternativas: adaptar la estructura radicular residual a la forma del espigo, lo cual implica remover más dentina sana; o utilizar el espigo estándar adecuado al caso, con la eventualidad de que la capa de cemento será de un espesor excesivo.

Esta situación predispone una pobre adaptación marginal y se atribuye principalmente al exceso en el espesor de cemento a nivel del tercio cervical de la raíz.

Entonces siguiendo la tendencia de una odontología de mínima intervención y máxima conservación de estructuras, lo más favorable en estos casos sería que el espigo se adaptara lo mejor posible a la anatomía del conducto una vez finalizada la endodoncia. Sobre esto se desarrolló la anatomización del espigo mediante el rebasado de espigos de fibra de vidrio con resina compuesta.

Por lo tanto se obtendría la precisa adaptación del espigo al conducto radicular y este espigo individualizado sería rodeado por una fina y uniforme capa de cemento de resina, creando condiciones ideales para la retención del espigo.

2.3 Formulación

¿Cuál es la microfiltración en el cemento resinoso de espigos de fibra estándar y en los espigos de fibra anatomizados?

2.4 Objetivos

2.4.1 General

Determinar la capacidad de adaptación de un espigo de fibra de vidrio anatomizado con respecto al espigo de fibra de vidrio estándar.

2.4.2 Específicos

- a. Determinar la microfiltración en el cemento resinoso entre el diente y el espigo de fibra de vidrio estándar.
- b. Determinar la microfiltración en el cemento resinoso entre el diente y el espigo de fibra de vidrio anatomizado.
- c. Comparar la microfiltración en el cemento resinoso entre el diente y el espigo de fibra de vidrio estándar; y entre el diente y el espigo de fibra de vidrio anatomizado.

2.5 Justificación

Una de las características de mayor importancia de las restauraciones protésicas, es la adaptación marginal, definida como el grado de proximidad de un material restaurativo a la estructura dental.

Una pobre adaptación marginal, afecta la resistencia a la fractura y reduce la longevidad de la restauración, ofreciendo mayor riesgo de lesiones cariosas recurrentes y de enfermedad periodontal, y fracturas en la interfase entre el material restaurador y la estructura dental, lo que conllevara a la microfiltración, es decir el ingreso de fluidos y microorganismos, causando una decoloración marginal, lesiones cariosas secundarias y fracasos mecánicos del cemento.

Evaluar si existe mayor microfiltración respecto al grosor de la interfase entre el material restaurador y la estructura dental ya que por lo general la eficacia de la interfase es evaluada en base a su efectividad en dentina coronal sana, y muchas veces necesitamos trabajar sustratos variables como lo puede ser la dentina radicular.

2.6 Limitaciones

Para el desarrollo del presente trabajo el tipo de muestreo, no probabilístico por conveniencia, es una de las principales limitaciones por la falta de representatividad. Por lo cual no será posible hacer generalizaciones estadísticas.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

D'Amelio (2001)¹ explicó que algunas fallas con los postes de fibra de vidrio se deben a la descementación porque a veces se trata con conductos muy amplios y al ser insertados postes muy delgados van a dejar mucho espacio entre el poste y las paredes dentarias. Concluye que el grosor significativo del cemento crea una separación y descementación debido al encogimiento por polimerización.

Ravanshad (2003)² comparó la microfiltración coronal alrededor de postes prefabricados utilizando el método de penetración de tinte. Se prepararon sesenta dientes humanos unirradiculares extraídos. Los conductos radiculares se llenaron con gutapercha y sellador y fueron preparados para los postes estándar. Se formaron seis grupos, cada uno de 10 dientes, fueron restaurados con un poste fundido o un poste prefabricado. Los postes fueron cementados, ya sea con cemento de ionómero de vidrio (GIC), Variolink II. Los dientes se termociclaron y se colocan en tinta china durante una semana. Luego fueron desmineralizados y se volvieron transparentes. Midió y comparó la penetración del colorante coronal alrededor del poste. Observó menos tinte de penetración en las raíces restaurados con un poste fundido y Variolink II. Los postes prefabricados demostraron mayor microfiltración. Se concluyó que los cementos de adhesión a dentina tienen menos microfiltración que los cementos tradicionales, y la adaptación del poste con el canal puede ser más importante que el cemento utilizado.

Grandini S y col (2005)³ Evaluaron el espesor de la capa de cemento y la uniformidad de postes de fibra rebasados con resina (postes anatómicas) y postes de fibra estándar. Usaron 20 dientes anteriores superiores extraídos, las raíces fueron tratadas y preparadas con endodoncia. 10 muestras (grupo 1) se cementaron con un cemento de resina de doble curado (Dúo-Link) después que las paredes del canal habían sido tratadas con el sistema de unión de un solo paso. En los otros 10 ejemplares (grupo 2) los postes anatómicas experimentales, se añade una capa de resina fotopolimerizable para permitir un rebase pre-cementación del poste, para su cementación se utilizó la misma combinación de cemento adhesivo de resina del grupo 1. Todas las raíces se seccionaron y se prepararon para las observaciones al nivel 1-mm, 4,5 mm, y 8 mm de cada raíz, se midió el espesor del cemento, y se evaluó la presencia de vacíos o huecos dentro de la material de cementación o en sus interfaces. Se concluyó que el espesor de cemento de resina fue significativamente menor en el grupo postes anatómicos (grupo 2) que en el (grupo 1) postes estandarizados, excepto en el tercio apical del conducto, donde no hubo una diferencia estadísticamente significativa.

Flores W y col (2007)⁴ analizó la microfiltración de espigos muñones confeccionados con distintas técnicas. Conto con dos grupos de estudio, grupo A: dientes con perno muñón confeccionado con la técnica directa y grupo B: dientes con perno muñón confeccionados con la técnica indirecta. Luego observo en microscopio estereoscópico a 16x de aumento la microfiltración a nivel vertical y horizontal, usando el azul de metileno como sustancia de contraste. Concluyó que existe menor microfiltración a nivel vertical y horizontal al usar la técnica de impresión directa.

Jung (2007) ⁵ comparó la microfiltración y clasificó patrones de fractura de dientes tratados endodónticamente restaurados con diversos sistemas de postes bajo carga dinámica. Utilizó 30 incisivos mandibulares humanos que fueron seccionados en la unión cemento-esmalte, y fueron tratados endodónticamente. Se dividieron en 3 grupos (n = 10): poste de metal prefabricadas (ParaPost), poste de fibra reforzado con resina compuesta (FRC Postec), y postes de cerámica (Cosmopost). Después de preparar el espacio para el poste, cada puesto se cementó con el cemento de resina de doble polimerizado (DuoLink). Se aplicó una carga intermitente de 98 N a 1 Hz se aplicó durante 50.000 ciclos en un ángulo de 135 grados al eje largo de los dientes restaurados, que se sumergieron en una solución de fucsina básica 0,5%. Se determinó la relación del área superficial teñida al área total de la superficie de la raíz seccionada usando un programa de análisis de imagen. Los datos se analizaron por ANOVA y la prueba de rangos múltiples de Duncan (alfa = 0,05). Se concluyó que los grupos FRC Postec y CosmoPost mostraron menor microfiltración bajo carga y los patrones de fractura dinámicos eran capaces de recibir un nuevo tratamiento.

Faria-E-Silva A y col (2009) ⁶ evaluó el efecto del rebasado del poste de fibra en la retención del mismo al conducto radicular, evaluando dos grupos: uno con postes de fibra sin rebasar y otro con postes anatómicos. Seleccionó veinte incisivos bovinos, se eliminó las coronas, los conductos radiculares fueron tratados con endodoncia, y se separaron en dos grupos: 10 postes de fibra sin rebase y 10 postes de fibra rebasadas con resina compuesta. Los postes fueron cementados con un cemento de resina de doble curado y los especímenes fueron seccionados transversalmente. Tres partes con espesor de 1,5 mm se obtuvieron por raíz y se identificaron como tercio cervical, tercio medio y tercio apical. La prueba de fuerza de unión se realizó a una velocidad de 0,5 mm / min hasta que se produjo

desprendimiento posterior. Las muestras fracturadas se analizaron con microscopía electrónica de barrido. Concluyó que la técnica del poste anatómico mejoró la retención en los tres tercios de los conductos radiculares estudiados. Atribuyo como factor principal que contribuye a la resistencia a la dislocación del poste adherido, la fricción generada mediante el rebasado.

Coniglio y col (2010)⁷ evaluó la resistencia de unión de los postes circulares y ovalados cementados en conductos de forma ovalada con dos diferentes cementos resinosos. Se seleccionaron veinte premolares extraídos con conductos de forma ovalada, se les realizó endodoncia y fueron obturados. Los dientes se dividieron en dos grupos de acuerdo a la fresa utilizada para la preparación del espacio y a la forma. Cada grupo se subdividió de acuerdo con el cemento (Gradia Core y Corecem Automix). La resistencia de la unión a la dentina fue evaluada con la prueba de expulsión de capa delgada. La adhesión superficial se calculó para cada forma de postes con una fórmula geométrica apropiada con el fin de expresar la fuerza retentiva en megapascuales. Los datos se analizaron con la prueba de Kruskal-Wallis y ANOVA. Los resultados mostraron que ni el sistema de perforación-poste ni el cemento afectaron significativamente la fuerza de expulsión.

Noroña (2012)⁸ analizó y cuantificó las áreas de adaptación entre los postes y las paredes del conducto radicular, en cuatro niveles, comparando dos morfologías de pernos de fibra de vidrio, (cilíndricos y cilíndrico-cónicos) instalados en diferentes elementos dentarios unirradiculares, estableciendo frecuencias de localización de esas áreas y observando también pérdidas dentinarias en zonas apicales del perno. La muestra se conformó de 90 elementos dentarios unirradiculares dividiéndose en 3 grupos de n=30: grupo 1 (incisivos centrales superiores), grupo 2 (incisivos laterales superiores) y grupo 3 (premolares inferiores) a los cuales se les realizó

tratamiento endodóntico y la restauración con el sistema de pernos de fibra de vidrio cilíndrico (Para Post Fiber White, Coltene Whaledent) o cilíndrico-cónico (Glassix, Harald Nordin, Chailly, Switzerland). El análisis siguió tres aspectos diferentes: medición de adaptación, medición de pérdida dentinaria en el conducto radicular correspondiente al extremo apical del perno y calidad de la desobturación. Se observó que los mejores niveles de adaptación y menores pérdidas dentinarias se observan con el uso de pernos preformados cilíndrico- cónicos y sin diferencias en calidad de desobturación entre los grupos observados. Se concluyó que existen diferencias en el uso de pernos de fibra de vidrio cilíndrico y cilíndrico cónicos, en relación a su adaptación con los diferentes elementos dentarios.

Gualda B (2013)⁹ evaluó el porcentaje de microfiltración en dos tipos de cementos de resina compuesta, uno convencional y otro autoadhesivo. Se cementaron 20 postes de fibra de vidrio con cemento de resina autoadhesivo y 20 postes de fibra de vidrio con el cemento de resina convencional. Las muestras fueron sometidas a un proceso de termociclado manual de 100 ciclos en una solución de azul de metileno al 1%. Luego observó a través de un microscopio óptico 10x con un lente graduado y midió la penetración del colorante. La microfiltración promedio para el grupo de postes cementados con cemento de resina autoadhesivo fue de 18,49% mientras que para el grupo de postes cementados con cementos de resina convencionales fue de 13,06%.

Bru y col (2013)¹⁰ Se realizó una revisión de la literatura sobre postes de fibra publicados desde 2000 a febrero de 2011, a través de búsquedas en las bases de datos PubMed / Medline. Observó factores de predicción de supervivencia que deben tenerse en cuenta al realiza la restauración post endodoncia: posición de los dientes en el arco, tamaño de la corona, contacto proximal, soporte periodontal.

También el fracaso de los postes de fibra se produciría por descementación más que por fractura de la raíz, como ocurre con los postes metálicos. La forma del poste y, en consecuencia, el espesor de la cementación, podría modificar la capacidad de retención por consiguiente se desarrollan postes de forma anatómica, al igual que nuevas técnicas para reducir el volumen de la interfase creada por el cemento: condensación lateral, remodelación de superficie o diseños personalizados.

Gomes y col (2014)¹¹ evaluó el efecto del espesor de cemento de resina (ECR), la resistencia de la unión (RU) y la formación de espacios (FE) de los postes de fibra unidos a la dentina radicular. Utilizó 24 dientes premolares mandibulares humanos que fueron tratados endodónticamente y se prepararon los espacios para los postes utilizando fresas de diferentes diámetros según los siguientes grupos (n = 8): bien adaptados (a), moderadamente adaptados (b) y mal adaptados (c). Los postes de fibra de vidrio fueron cementados con Excite DSC y Variolink II según las instrucciones del fabricante. Después de 1 semana, las muestras fueron seccionadas transversalmente en seis discos de 1 mm de espesor y se fotografiaron usando un microscopio óptico para determinar espesor de cemento de resina. Se observó cada muestra mediante SEM, y se midió la longitud media y la anchura de los huecos formados en la interfaz cemento / dentina / poste. Por último, cada muestra fue sometida a la prueba de expulsión (0,5 mm / min), y los datos fueron analizados estadísticamente utilizando las pruebas ANOVA y Tukey. Resultó menor ECR para grupo “a” y el más alto para “c”. El grupo “b” mostró un valor intermedio. Los valores de empuje más altos fueron del grupo “a” en comparación con los otros grupos. Los grupos “b” y “c” fueron estadísticamente similares. La longitud media más alta para los espacios en el cemento y ancho se observaron para el grupo “c”. Concluyo que menor espesor de cemento se tradujo en mejor

adhesión del poste de fibra, es decir, en mayor resistencia de unión y menor formación de espacios.

Merlín M. y col (2015) ¹² evaluó el grado de microfiltración en dos sistemas de reconstrucción postendodóncica, valorando la penetración de un colorante a lo largo de las restauraciones realizadas con postes y cementos duales de resina. Se empleó 30 dientes premolares, se distribuyó los dientes en tres grupos de forma aleatoria, con diez dientes por cada grupo. La cementación de los postes se realizó en dos de los grupos, usando dos sistemas A y B, ambos cementos resinosos. Las muestras se sometieron al proceso de termociclado y posterior inmersión en azul de metileno por siete días a 36 °C. Luego fueron analizadas bajo microscopio, obteniendo los valores de penetración en milímetros. Los resultados mostraron que los dientes tratados con el sistema Parapost presentaron menor microfiltración. El grupo control mostró el mayor índice de microfiltración. Se demostró que el sistema B, el cual tiene una técnica de grabado ácido, reportó menores valores de microfiltración, siendo los resultados estadísticamente significativos con respecto a los obtenidos con el sistema A.

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Cemento

3.2.1.1 Definición

El término cemento en odontología se lo define como al material que se obtiene de la mezcla de varios componentes de polvo y líquido o dos pastas.

3.2.1.2 Cementación

Acción en la que el cemento se aplica sobre superficies a unir en estado de fluidez, cuando fraguan adquieren resistencia mecánica, además de mantener en su sitio a la restauración y evitar la microfiltración.

3.2.1.3 Evolución histórica

Cemento de óxido de zinc y eugenol

Apareció por el año de 1850, tenía en su composición alúmina, polimetil metacrilato y ácido orto etoxibenzoico (EBA). Se utiliza como cemento temporal por no adherirse a la estructura dental y por su elevada solubilidad en ambientes clínicos.

Cemento de fosfato de zinc

Su uso se reguló en el año 1935. Por más de 90 años el cemento de fosfato de zinc fue considerado como el más popular.

Entre sus componentes tenemos:

- Polvo: Óxido de Zinc 90%, óxido de Magnesio 10%, fluoruros, óxido de bismuto, sílice.
- Líquido: Ácido ortofosfórico 64%, agua 30 – 35%

Presenta alta solubilidad y poca adherencia, alta resistencia a la fatiga por lo que tuvo éxito clínico. Presenta una retención de tipo mecánica, y esto depende del grosor del cemento el cual debe ser 25 micras según la especificación N° 96 de la ANSI/ADA.

Está indicado para la cementación de coronas, prótesis parciales fijas e incrustaciones Onlay e Inlay.

Tabla 3-1. Propiedades del cemento Fosfato de Zinc

Propiedades del cemento Fosfato de zinc	
Tiempo de fraguado a 37 ⁰ C	5,5 minutos
Resistencia a la compresión	104 MPa
Resistencia a la tracción	5,5 MPa
Módulo de elasticidad	13,5 GPa
Solubilidad	0,06% máx.
Fuerza de adhesión a dentina	0 MPa

Cemento de poliacarboxilato de Zinc

También denominado cemento de poliacrilato de zinc.

Apareció en la décadas de los 60, fue introducido por Smith en el año 1968.

Entre sus componentes tenemos:

- Polvo: Óxido de zinc, óxido de magnesio
- Líquido: Ácido poliacrílico

Su componente líquido, el ácido poliacrílico, previene la sensibilidad pulpar ya que sus moléculas son grandes y actúan como selladores porque no pueden atravesar el espacio peritubular. La adhesión al diente es química, y esto sucede cuando los radicales libres del grupo ácido carboxilo se une al calcio del diente.

Tienen baja resistencia a la compresión, por lo que no son ideales para cementación debido a que no soportan el estrés oclusal; también presentan bajo sellado marginal relacionado con el grosor de la película, el cual al superar las 25 micras sufre desadaptación de su entorno.

Tabla 3-2. Propiedades del cemento policarboxilato de Zinc

Propiedades del cemento policarboxilato de zinc	
Tiempo de fraguado a 37 ⁰ C	6 minutos
Resistencia a la compresión	55 MPa
Resistencia a la tracción	6,2 MPa
Módulo de elasticidad	5,1 GPa
Solubilidad	0,06%

Cementos de ionómeros de vidrio convencionales

Fueron introducidos en 1971 por Wilson y Kent, después de diversos estudios e intentos por mejorar el cemento de silicato.

Constituyen el grupo de materiales restauradores que más ha evolucionado, no solo en sus componentes, sino en el mejoramiento de sus propiedades.

El cemento convencional está compuesto por:

- Polvo: Sílice, Alúmina, Fluoruros
- Líquido: Ácido poliacrílico, ácido itacónico, ácido tartárico.

Tienen una reacción química ácido-base, en la cual existe un intercambio iónico entre el Ca y grupo carboxilo. Esta reacción de fraguado se inicia cuando el líquido entra en contacto con el polvo. Los iones de H⁺ atacan las partículas de vidrio liberando Ca, Al y F descomponiéndose el vidrio por acción del ácido, formando un gel de sílice. Luego el Ca reacciona con los poliacidos y luego con el Al. Esta sal metálica de poliacrilato empieza a precipitar y se inicia la gelación hasta el endurecimiento. El agua es un componente importante en el fraguado ya que actúa como plastificante reduciendo la rigidez, por ello durante su colocación en el diente no debe desecarse ya que puede contribuir a un material quebradizo y el exceso de éste favorece a su disolución.¹³

Entre sus ventajas tenemos la liberación de Flúor el cual favorece una actividad bacteriostática, resistencia a la compresión mayor que el fosfato de zinc, siendo la resistencia a la tracción similar, fácil manipulación y translúcido.

El elevado peso molecular de su componente ácido inicialmente tiene un ph ácido pero rápidamente aumenta después de iniciada la mezcla evitando la toxicidad pulpar. Sin embargo es muy soluble a la humedad, por lo cual requiere aislamiento absoluto.

Tabla 3-3. Propiedades del cemento ionómeros de vidrio convencionales

Propiedades del cemento ionómero de vidrio convencional	
Tiempo de fraguado a 37° C	7 minutos
Resistencia a la compresión	86 MPa
Resistencia a la tracción	6,2 MPa
Módulo de elasticidad	7,3 GPa
Solubilidad	0,4% - 1,5% en 24 horas
Fuerza de adhesión a dentina	1,1 – 4,5 MPa
Fuerza de adhesión a esmalte	2,6 – 9,6 MPa

Cementos de ionómero de vidrio reforzado con resina

Aparecieron en 1993 con la finalidad de ofrecer mejor estética y estabilidad química, se usaron para la cementación de restauraciones indirectas. Presentan como desventaja el menor tiempo de trabajo. Los agentes de cementación de ionómero de vidrio modificado con resina son una fusión química del ionómero de vidrio y la resina mediante una reacción ácido - base entre el polvo de vidrio de aluminio silicato y una solución acuosa de ácidos polialquenoicos modificados con grupos metacrilatos, como iniciador químico de polimerización de radicales libres de las unidades de metacrilato.

Para mejorar su capacidad de adhesión se utilizó el primer para remover el barrillo dentinario mejorando el ingreso del Ionómero que tiene una consistencia viscosa y como resultado forma una mejor capa híbrida. Presenta dos tipo de endurecimiento,

la típica reacción del ionómero de tipo ácido-base y la de las resinas fotoactivadas.

Entre sus componentes tenemos:

- Polvo: Sílice, aluminio, flúor, fotoiniciadores
- Líquido: Ácido poliacrílico, copolímeros carboxilos, hidroxietil metacrilato (HEMA), agua.

Tabla 3-4. Propiedades del cemento ionómeros de vidrio reforzados con resina

Propiedades del cemento ionómero de vidrio reforzado con resina	
Tiempo de fraguado a 37 ⁰ C	5 - 6 minutos
Resistencia a la compresión	120 - 155 MPa
Resistencia a la tracción	20 - 24 MPa
Módulo de elasticidad	0,037 GPa
Solubilidad	0,07% en 24 horas
Fuerza de adhesión a dentina	5 MPa
Fuerza de adhesión a esmalte	7 MPa

Buscando mejorar la capacidad adhesiva de los cementos dentales, aparecieron los cementos resinosos, que son tres veces más adhesivos. El mecanismo de adhesión es micro mecánico con la formación de una capa híbrida más profunda. Requieren de múltiples pasos como grabado ácido, acondicionamiento de la dentina para mejorar su retención en el tejido dentario.

En el año 2002 aparecen los cementos de resina autoadhesivos como el RelyX Unicem, Maxcem, Multilink Sprint, con los cuales se simplifican todos los pasos, es decir que a diferencia de los cementos de resinas hasta entonces conocidos, estos no necesitan grabar la superficie dental, sino que contienen dentro de sus componentes monómeros ácidos los cuales facilitan la adhesión del material.¹³

3.2.1.4 Cementos resinosos

Los cementos resinosos están compuestos básicamente como las resinas compuestas; es decir, presentan una matriz orgánica y una inorgánica, integradas por silano, como agente de unión.

Entre sus ventajas presenta habilidad de adhesión a múltiples sustratos, alta resistencia, potencial para mimetizar colores y una propiedad resaltante es que son casi insolubles.

Se recomiendan en restauraciones libres de metal, metálicas y restauraciones indirectas de composites; son muy útiles cuando las preparaciones dentales no son retentivas.

En la actualidad existen diferentes presentaciones: autopolimerizables, fotopolimerizables y de polimerización dual.

3.2.1.4.1 Componentes de los cementos de resina

Tienen como componentes al monómero metacrilato, ácidos monómeros funcionales y relleno.

a. **Monómero metacrilato:** Usado como base de resina.

- Bisfenol A glicidilmetacrilato (BISGMA)
- Oligómero de uretano de BISGMA
- Dimetacrilato de uretano (UDMA)
- Monómero 2- hidroxietil metacrilato (HEMA)
- Dimetacrilado de glicerol (GDMA)
- Trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA)
- Trimetilpropano trimetacrilato (TMPTMA).

b. **Ácidos monómeros funcionales:** Desmineralizan y facilitan la adhesión a la superficie del diente.

- **Grupos ácidos carboxilo:** anhídrido trimelítico 4-metacriloxietil (4-META) y dimetacrilato glicerol piromelítico (PMGDM)
- **Grupos de ácidos fosfórico:** metacriloxietil hidrógeno fosfato fenilo (fenil p), 10 metacriloxietil dihidrógeno fosfato (MPD), bis (2 metacriloxietil) ácido fosfato (BMP) y dipentaeritritol monofosfato penta acrilato (penta-P).

Es muy importante la selección del ácido monómero ya que de éste depende la formación de un complejo insoluble acuoso entre el calcio y MPD, mientras que el 4-META y fenil-p forman un complejo de calcio con una mayor estabilidad a la disolución.

La cantidad de ácido monómero debe ser balanceado, si es excesivo produce un ambiente hidrofílico y compromete la resistencia mecánica y estabilidad dimensional. Por otro lado si es poca cantidad no proporciona un buen grabado ácido y por lo tanto perjudica la adhesión de la dentina y esmalte.²⁰

Inicialmente la mezcla es hidrofílica facilitando la humectación y adaptación de la superficie del diente, luego el material se hace hidrófobo consumiéndose el ácido funcional por una reacción del calcio del diente e iones lixiviables del relleno.

c. **Relleno:** El contenido del relleno es del 60-75 %.

Está compuesto de vidrio fluoroaluminosilicato de bario, vidrio de estroncio aluminosilicato cálcico, cuarzo, sílice coloidal, fluoruro de Iterbio y otros rellenos de vidrio.

La disolución parcial del vidrio neutraliza la acidez de la resina y libera iones de sodio, calcio, silicato y flúor formando parte del fraguado.

Es necesaria la separación de los materiales para evitar la interacción prematura ácido-base entre los monómeros ácidos y el ion lixiviable de vidrio. El iniciador redox también debe ser segregado ya que es el promotor del curado químico de los radicales libres. Para promover el mecanismo de fotoiniciación del radical libre se

necesita curación redox, amina terciaria o algún electrón donante usado como foto reductor los cuales deben ser aislados del ácido monómero para evitar la desactivación del fotoiniciador.

Tabla 3-5. Propiedades del cemento resinoso

Propiedades del cemento resinoso	
Tiempo de fraguado a 37° C	2 - 4 minutos
Resistencia a la compresión	70 - 172 MPa
Resistencia a la tracción	34 - 37 MPa
Módulo de elasticidad	2,1 – 3,1 GPa
Solubilidad	0,01%
Fuerza de adhesión a dentina	18 - 30 MPa

3.2.1.4.2 Propiedades de los cementos de resina

El mezclado, el tiempo de espátulado, la temperatura, la contaminación externa y tipo de relleno pueden influenciar las propiedades físicas de los cementos de resina.

El mecanismo de mezcla podría alterar las propiedades físicas, existen dos sistemas de mezcla: manual y automezclador.

En la mezcla manual podría no haber un mezclado uniformemente y formarse burbujas de aire atrapados en el material.

En la automezcla la pasta podría no ser mezclada completamente ya que podría quedar limitada por la longitud y anatomía de la boquilla mezcladora.

La temperatura que presenta el material antes de ser usado, afecta sus propiedades físicas, adhesivas, mecánicas, cinéticas de polimerización y fluidez.

Cuando se utilizan el cemento directamente extraído del frigorífico con 4°C, se observa gran viscosidad y una débil conversión del monómero, por lo que el cemento a temperatura ambiente antes de ser usado sería lo más recomendable.

La resistencia a la tracción de los cementos de resina es alterada por tratamientos de arenado, empleo de adhesivos, presencia de residuos tóxicos de óxido de zinc – eugenol y protectores pulpares (hidróxido de calcio y oxalato de potasio)

El tamaño y la cantidad de las partículas de relleno pueden afectar las propiedades mecánicas. A mayor cantidad de partículas de relleno mejoran las propiedades de compresión y flexión, pero teóricamente se aumentaría la viscosidad, la cual es una propiedad no deseada en el cemento ideal.

a. Contracción

Es un fenómeno que se da durante el polimerizado, dando lugar a la microfiltración. Durante el endurecimiento del material pueden formarse espacios de hasta 1.6 micras en la interfase dentina – cemento. El porcentaje de contracción depende de la cantidad de relleno, así pues las resinas fluidas presentan una contracción del 6% y las resinas adhesivas un 13%.

b. Flujo

La cantidad de micras que debe tener el espacio marginal y pueda ser considerado clínicamente aceptable, según diversas citas va desde 39 hasta 74 micras.

Los cementos de fosfato de zinc impiden el asentamiento completo de las coronas, a diferencia de los cementos de resina, los cuales presentan propiedades tixotrópicas, buen fluido, efecto lubricante reduciendo el coeficiente de fricción entre el elemento prótesis y la preparación dentinaria.

c. Adaptación marginal

La desadaptación marginal en la interfase prótesis - cemento, es una puerta de ingreso para los microorganismos y sus toxinas. Hasta el momento los cementos de resina han demostrado mejor integridad en el área marginal que otros tipos de cementos.

El uso del agente adhesivo con el cemento de resina reduce la presencia de microespacios. Después de aplicarse el grabado ácido, el adhesivo tiene una

característica de flujo e hidrofiliidad alta y favorece una buena interacción con la dentina formando una estructura de capa hibrida consistente y buen sellado.

Los cementos autoadhesivos tienen la capacidad de cementar sin necesidad de tratamiento previo del tejido dentario, ni aplicación de agentes adhesivos adicionales.

La buena adaptación marginal se debe a la presencia de metacrilato de ácido fosfórico que interactúa con los iones de calcio del diente. Esto genera una efectiva adhesión al esmalte y a la dentina.

La porosidad de los cementos crea microespacios a nivel marginal. El cemento de resina presenta porosidades con un tamaño menor de 20 nanómetros.

Si tenemos en cuenta que el tamaño de una bacteria esta entre 0.5 a 1 micra, se podría deducir que el cemento de resina es el material ideal para una buena protección marginal ante la presencia de bacterias y toxinas elaboradas por las mismas.

d. Biocompatibilidad

Hace referencia a que este material no produce daños pulpares. Sin embargo existen situaciones que afectan la integridad del diente, como la presencia de pH bajo o humedad dentinaria.

La presencia de valores bajos de pH al inicio del fotocurado está presente en los cementos de resina con sistema de grabado acido. El cemento RelyX Unicem no presenta un sistema de pre tratamiento como el grabado acido antes de ser aplicado al diente, siendo su pH alto al inicio de la polimerización. La explicación es que uno de sus componentes el ácido monómero al contactar con el calcio dental, genera un efecto buffer, elevando su pH hasta 5, evitando así la irritación pulpar.

La presencia de humedad afecta la polimerización de los monómeros adhesivos. Cuando se aplica el grabado acido genera un movimiento de fluido hacia fuera de los túbulos creando un ambiente húmedo. A continuación se aplica el agente de

unión. Esta situación de humedad evita la conversión adecuada polímero / monómero. El siguiente paso que es la foto activación, provoca movimiento de fluidos hacia el interior de los túbulos llevando a los monómeros de resina no convertidos hacia la pulpa desencadenando una reacción inflamatoria mediada por macrófagos.

e. Absorción acuosa

El cemento de resina absorbe agua, aumentando el volumen de la matriz de la resina, y rompe los enlaces de hidrogeno, quedando agua entre los grupos hidroxilo. Este ingreso del agua por sorción causa degradación hidrolítica de la matriz de resina en la interfase matriz / relleno y como consecuencia se produce pérdida de masa y desprendimiento del relleno disminuyendo su resistencia a la flexión.

Los cementos de resina con menos relleno presentan mayor absorción acuosa, favoreciendo la expansión, esta situación afecta las propiedades mecánicas. Sin embargo, existen autores que mencionan que esta absorción acuosa es beneficiosa para contrarrestar la contracción producida durante la polimerización.

f. Estética

Existen variedad de tonalidades en los cementos de resina para ser utilizados en restauraciones translucidas, muy importante en el sector anterior. En la zona posterior las exigencias estéticas son menores, es por ello que el cemento utilizado puede ser de color universal. Estos colores son generalmente claros y con buena translucidez.

Los cementos de curado dual pueden cambiar de color a largo plazo. Esto quizás está relacionado con el acelerador de amina necesaria para la polimerización, la cual es considerada una de las causantes de que el cemento cambie de color. Sin embargo muchos investigadores han coincidido que los cambios de color en los cementos de resina con el pasar del tiempo son poco perceptibles.

3.2.1.4.3 Clasificación de los cementos resinosos

Los criterios utilizados para la clasificación de los cementos resinosos se basan en el tamaño de las partículas, por su forma de activación y adhesividad.

a. Tamaño de su partícula

Micropartícula:

Sus partículas inorgánicas de relleno presentan un tamaño promedio de 0.04 μm y su porcentaje de aproximadamente 50 % en volumen.

Microhíbridos:

Constituyen la mayoría de los cementos resinosos que se encuentran en el mercado odontológico. El tamaño promedio de sus partículas inorgánicas de relleno es de alrededor de 0.04 μm a 15 μm , las cuales está incorporadas en un porcentaje de aproximadamente 60 a 80 % en volumen.

Según los datos de la literatura, los mejores resultados se logran con los cementos que presentan en su composición partículas microhíbridadas, debido a que su contracción de polimerización es más baja y presentan una viscosidad media, lo cual permite un adecuado asentamiento de la restauración.

b. Por su forma de activación:

Los cementos resinosos pueden ser activados químicamente, fotoactivados e inclusive presentar doble activación; es decir activación dual.

Cementos Resinosos Químicamente Activados

La activación química, a pesar de no permitir un tiempo de trabajo adecuado, promueve una polimerización caracterizada por lograr un alto grado de conversión de monómeros en polímeros, por lo que se considera la mejor opción, dentro de los

cementos resinosos, para cementar los postes adhesivos no metálicos y las restauraciones o piezas protésicas metálicas.

Después de mezclar la pasta base con su catalizador, se produce una reacción peróxido – amina que inicia la reacción de endurecimiento. Estos materiales, normalmente, no presentan características estéticas, pues la mayoría de las veces presentan un aspecto blanco opaco y pocas opciones de colores. La unión que se presenta entre los cementos de resina compuestos a los materiales restauradores es de tipo química, y al ser acondicionados y silanizados aumentan la resistencia a la fractura.

Cementos Resinosos De Fotocurado

Se caracterizan por presentar en su composición un foto iniciador como lo es la alcanforquinona, que se activa por la acción de la luz de una longitud de onda de 460/470nm. Los cementos resinosos fotoactivados han sido desarrollados y recomendados para cementar carillas cerámicas y no así para coronas completas de cerámica.

Cuando no se fotopolimeriza completamente, porque su grosor esta aumentado, el cemento es vulnerable a romperse como producto de la hidrólisis y el ataque bacterial. La ausencia de interfases adhesivas intactas entre el cemento y la cerámica pueden predisponer a iniciar el agrietamiento desde la superficie cerámica.

También se reporta que el tiempo de exposición a la luz 30s a 40 s, y la exposición en cada superficie de la restauración (palatino, oclusal, lingual, etc.); pueden ser factores que influyan en el éxito en la cementación de restauraciones con cementos resinosos fotoactivados.²⁴

Una adecuada polimerización de los cementos a base de resina es un pre requisito importante para la estabilidad y la compatibilidad de la restauración. El incremento de la temperatura de la luz de fotocurado durante la polimerización es resultado de la reacción de la polimerización exotérmica en el mismo material y la energía absorbida durante la irradiación, como también el incremento de temperatura que proviene de las unidades de curado.

Según la literatura algunos de los cementos de fotocurado presentan algunas ventajas sobre los cementos de curado dual como por ejemplo: menor tiempo de trabajo, fácil remoción de los excesos, mayor estabilidad de color, fácil dispensado. Otra ventaja del fotocurado es que no hay necesidad de mezclar los dos componentes, que produce incompleta homogenización de componentes.^{16,17}

Cementos Resinosos Duales

Estos cementos se caracterizan porque se polimerizan tanto por luz como por polimerización química. Se utilizan en la cementación definitiva de las restauraciones indirectas de cerámica, composite y metálicas. Se caracterizan también por poseer una alta resistencia mecánica y excelentes propiedades estéticas. Su composición química permite la adhesión a muchos substratos dentales.

En este tipo de cemento de endurecimiento dual, los foto iniciadores son la alcanforquinona y amina, que inician el proceso de endurecimiento. La reacción de polimerización se inicia con la mezcla de la pasta base con el catalizador y tiene como complemento el sistema activado de los monómeros en polímeros, mejorando las propiedades físicas del cemento, además de acelerar la reacción de endurecimiento.

Existen en la actualidad cementos resinosos duales, que no necesitan grabado, ni primer ni adhesivo. El propósito de fabricación de éstos agentes cementantes consistió en la matriz orgánica de un recién descubierto ácido fosfórico metacrilato multifuncional. El grupo de ácido fosfórico acondiciona a la superficie del diente y contribuyen a la adhesión.

Los cementos de resina de curado dual presentan mayores fuerzas adhesivas que los materiales de auto curado. Se ha demostrado que el uso de una luz de curado adicional para resina puede proveer radicales libres adicionales para reforzar el grado de extensión y polimerización del auto grabado de los primers. Eso reduce la permeabilidad de la capa de adhesivo al agua que proviene del sustrato reduciendo la cantidad de nano filtración.

3.2.1.4.4 Ventajas de los cementos de resina

- Presentan una resistencia compresiva en un 50% mayor que el fosfato de zinc.
- Tienen doble resistencia a la tracción que los Ionómeros de vidrio y Fosfato de zinc.
- Presentan gran estabilidad frente a los cambios de la presión ambiental.
- Son idóneos para el medio bucal, al considerarse que son cementos anaeróbicos.
- Baja solubilidad a los fluidos orales.
- Presenta gamas de colores.

3.2.1.4.5 Desventajas de los cementos de resina

- Inhibición parcial en presencia de Óxido de zinc y eugenol.
- Inhibición parcial por desensibilizantes dentinarios y protectores pulpares.
- Estudios in vitro han demostrado escasa retención en estructuras cementadas sobre implantes.
- Excesos difíciles de remover.
- Costo elevado

3.2.2 Espigos

Los términos postes y pernos se usan como sinónimo de espigos, en la literatura anglosajona, el termino poste se utiliza para los sistemas prefabricados y dowel para los sistemas colados.

3.2.2.1 Evolución

En 1728 Pierre Fauchard, considerado el padre de la odontología, utilizaba espigos de madera para que las coronas se sostuvieran sobre ellas, pero fracasaron por la falta de resistencia y el aumento de volumen por absorción de humedad del medio bucal, luego utilizó hilos de plata u oro; en 1740 Claude Honton publica su diseño de corona con su espigo de oro. En 1905 Taggart dio a conocer la técnica de la cera perdida y con esto fue posible colar metales con exactitud y a la medida de los conductos radiculares. A mediados de los años 50, el colado de aleaciones metálicas permitió independizar la restauración intraradicular de la restauración coronal; se empezó a usar aleaciones nobles, pero su elevado costo hizo que aleaciones seminobles (plata - paladio) y no nobles (níquel cromo o cobre aluminio) aparecieran. En Francia el año 1985, Bugunani reporta el uso de espigos completos de resina compuesta, que en su interior tenían un alambre de acero. Posteriormente aparecen los espigos prefabricados quienes presentan como mayor ventaja el ahorro de tiempo, ya que pueden ser colocados en una sola sesión y por lo tanto disminuir el costo del tratamiento.^{19,22,24}

3.2.2.2 Clasificación de los espigos preformados

Metálicos:

- Acero inoxidable
- Titanio

No metálicos

- Fibra de carbono
- Fibra de vidrio
- Zirconio
- Cerámica

3.2.2.3 Espigos de fibra de vidrio

Los espigos de fibra de vidrio hicieron su aparición en respuesta a la inquietud de algunos clínicos de tener un material radiopaco y que no sea oscuro, con el fin de conseguir la máxima estética utilizando restauraciones totalmente cerámicas.

El espigo es una restauración intrarradicular, se le atribuye la función de retención, para que sirva de refuerzo a la restauración final de coronas y retenedores de puentes y no para que refuerce al diente tratado endodónticamente.

El poste de fibra de vidrio es considerado el tipo de poste más efectivo, adecuado y menos invasivo existente en la actualidad para realizar rehabilitaciones intracanal.



Figura 3-1. Poste de base orgánica reforzado con fibras (PBORF) de alta resistencia a la fractura y a la fatiga (Rebilda Post, VOCO GmbH). (Tomado de Bertoldi, 2011)

3.2.2.3.1 Composición

Están compuestos de haces de fibra de vidrio embebidas en una matriz de resina epóxica, más un agente acoplante, silano, que permite la integración entre ambas fases.

- **FIBRAS** Las fibras de vidrio han representado el sistema más común de refuerzo de las matrices poliméricas, para las bases protésicas, se encontraban disponibles en diferentes composiciones químicas y sus fibras comunes son sílice (50 - 60% SiO₂) y contienen otros óxidos como boro, calcio, sodio, aluminio, hierro, etc. ⁽⁹⁾ Las fibras de vidrio y de polietileno son estéticas pero también pueden resultar afectadas por el debilitamiento hidrolítico en un ambiente húmedo y su resistencia y tenacidad son menores. Las fibras con su alto módulo de elasticidad, se oponen a las fuerzas que podrían deformar a la resina de la matriz, cuando la dirección de las fibras se aleje del eje longitudinal del poste producirá una transferencia de cargas a la matriz; en teoría se cree que los postes de fibras paralelas tienen una resistencia a la fuerza transversal mucho menor comparado con la fuerza compresiva y aplicada en el eje de las fibras, por eso que deberían ser mejores que los de fibras oblicuas. Como el poste está conformado por fibras rígidas y de resina menos rígida en el seno de esta última resultan tensiones no homogéneas. ⁽¹⁰⁾ Las tensiones elevadas en la interfase fibra/resina son responsables de un comportamiento anelástico progresivo, que surge por separaciones en la interfase, deformaciones plásticas de la matriz y microgrietas en la resina. Es quizás por eso que un poste con una elevada densidad de fibras es más resistente a diferencia de los que poseen menos fibras. ²⁴

- **MATRIZ** Los postes de fibra están constituidos por una matriz resinosa (representa el 36% del peso del poste) donde se encuentran englobados varios tipos de fibras de reforzamiento. Esta matriz resinosa está constituida en su mayor parte por una resina epoxi o por sus derivados y en algunos casos por radiopacadores. La resina epoxi mantiene unida a la matriz y a las fibras, esta unión es mediante radicales libres comunes a la resina BIS GMA (componente predominante de los sistemas cementantes adhesivos brindando una óptima adhesión en su interfase), se ha

observado burbujas y espacios entre las fibras y la matriz, a simple vista se puede observar estas macroporosidades o con algún microscopio electrónico de barrido (MEB) se detectarían estas microburbujas o espacios que están dentro de la matriz, reduciendo la resistencia de los productos, estas imperfecciones se relacionan mayormente con la matriz produciendo que la estructura sea menos compacta y uniforme (más débil y menos resistente a las tensiones de carga). Desde la fabricación de los primeros postes, la matriz de resina compuesta está formada por un poliépoxy conseguido mediante la policondensación de una resina diepoxi diglicetilica del bisfenol A (DGEBA) y un endurecedor diamino difenilmetano (DDM). La policondensación es ingresando el material al horno por un periodo de 3 horas a 90°C y otras 3 horas a 170°C a presión constante seguido luego por un enfriamiento lento.

- **AGENTE DE ACOPLAMIENTO** La adición del silano durante el proceso de pultrusión, brinda más estabilidad al sistema, y es el factor dominante para el éxito en la fabricación. La adición de la fibra de vidrio silano-revestida a la resina de BIS-GMA aumenta generalmente el módulo de elasticidad, las fuerzas compresivas y las de tracción en comparación con las fibras no tratadas.¹⁹ Durante la fabricación se inyecta entre las fibras el agente de acoplamiento tipo silanos es un compuesto híbrido, con moléculas de doble polaridad, es decir, bifuncionales, porque pueden reaccionar mediante enlaces de tipo covalente con la superficie orgánica y por enlaces iónicos a la superficie inorgánica, de esta manera este órgano-silano, actúa como material intermedio y es capaz de formar un enlace químico estable entre los grupos reactivos (grupos OH), sirviendo de unión entre la matriz y la superficie de las fibras, estas en algunos casos presentan una superficie rugosa, el agente de acoplamiento ayuda a mejorar la superficie de las fibras o partículas utilizadas como

refuerzo en una matriz resinosa, por eso no solo es necesario para lograr mejores propiedades mecánicas.

El agente de acoplamiento brinda una estabilidad hidrolítica, ya que previene la penetración de agua en la interfase matriz-fibras. Los avances en la tecnología de silanización se preocupan en obtener un recubrimiento uniforme de las fibras lo cual provee mejores propiedades a los postes de fibra.^{15, 24,22}



Figura 3-2. Cortes del PBORF de la figura 1: Obsérvese la presencia de fibras en cortes longitudinal y transversal, y cómo se presentan en gran número y homogéneamente distribuidas. (Tomado de Bertoldi, 2011)

3.2.2.3.2 Propiedades

Existe gran variedad de postes prefabricados de distintos materiales, sin embargo en los últimos años los que han tenido mayor aceptación son los postes de fibra por el módulo de elasticidad el cual es similar a la dentina, van a poseer una menor fuerza comparada a los postes colados, son biocompatibles, se realizan en una sola sesión y van a mostrar una mínima o nula tendencia a fractura radicular, son blancos (translúcidos u opacos); además, de ser necesario, se pueden remover con facilidad; cuenta con un tiempo de vida útil aproximado entre 4 a 6 años. Además los postes de fibra no presentan la rigidez de los postes metálicos; estas características van a hacer que este tipo de

poste disipe el estrés y redistribuya las fuerzas funcionales y parafuncionales durante la masticación.

3.2.2.4 Espigos anatomizados

Esta propuesta es planteada por la Dra. Simone Grandini y el Dr. Marco Ferrari de la Universidad de Siena, Italia en el año 2000. El objetivo de esta técnica se desarrolla teniendo en consideración que los postes pre fabricados no presentan una morfología similar a la anatomía interna de la pieza dentaria tratada endodónticamente, más aun en el sector anterior y con mucho más razón en piezas jóvenes, ya que la anatomía interna del conducto es en forma elíptica. Cualquier poste pre fabricado, de ser cementado en estas condiciones; el espacio libre entre la dentina radicular y el poste deberá ser completada por el agente cementante resinoso dual y/o de ionómero resina aumentando su volumen y grosor.

Como es de nuestro conocimiento, los agentes cementantes funcionan de manera adecuada cuando los espesores de los mismos son finos y delgados. Los postes anatómicos tienen como características la reducción significativa del espesor del agente cementante y la dentina radicular sobre la cual toma contacto.

3.2.3 Adhesión

Adhesión es el mecanismo que mantiene dos o más substrato (similares o diferentes), sin que se separen.

La adhesión se logra a través de dos mecanismos:

- Químico: Mediante la atracción interatómica, por medio de enlaces iónicos, covalente y secundarios (Fuerzas de Van Der Waals, fuerzas polares, puentes de hidrógeno, quelación y fuerzas de dispersión).
- Físico: Conocido también como sistema de traba mecánica, se logra a través de los efectos geométricos y estructurales entre los substratos adherentes.¹⁶

La Odontología Adhesiva tiene sus inicios en 1955 con Michael Buonocore, quien fue el pionero en describir el efecto de la aplicación de una solución ácida sobre el esmalte, que después se lavaba y secaba y con la que se obtenía un patrón de grabado con ácido de la superficie adamantina.²²

El ácido disuelve selectivamente los extremos finales de los prismas del esmalte que se encuentran en la superficie, lo que da como resultado una superficie porosa irregular, capaz de ser infiltrada de monómeros resinosos, con la finalidad de crear una traba mecánica entre el adhesivo y la estructura dental, sellar los túbulos dentinarios y así mantener la homeostasis del medio interno del complejo dentino-pulpar.

3.2.3.1 Adhesión a esmalte

El trabajo de Buonocore en 1955, describió que la resina acrílica podría unirse al esmalte previamente grabado con ácido ortofosfórico al 85% durante 30 segundos. Desde entonces, una serie de investigaciones científicas aclaró varias interrogantes, tales como el mecanismo de unión, la elección del mejor ácido y su concentración, los patrones de alteración promovidos por el ácido sobre el esmalte y la importancia de la profilaxis y del aislamiento del campo operatorio durante el procedimiento adhesivo.

El mecanismo de unión del adhesivo al esmalte se explica por el aumento de la energía superficial del esmalte de 28 a 72 dinas/cm tras el grabado ácido y por la creación de microporosidades, que aumentan el área de superficie y son posteriormente cubiertas por el adhesivo y forman los tags adhesivos, que son prolongaciones de resina en tejido dentario.

Para que se alcance una unión adecuada entre un sustrato sólido (esmalte) y uno líquido (adhesivo) es necesario que el ángulo de contacto del adhesivo aplicado sobre el esmalte sea pequeño y así mejore la capacidad de humedecimiento.

El grabado del esmalte con ácido es esencial para aumentar la energía de superficie y con ello obtener una superficie de esmalte más receptiva, es decir, que atraiga el adhesivo, además de aumentar el área de superficie del esmalte.

Como el ácido remueve una capa superficial de esmalte de alrededor de 10 micrómetros y crea una superficie con porosidades de 5-50 micrómetros, la aplicación del adhesivo (resina sin carga inorgánica o con poca carga) con baja viscosidad permite que el adhesivo escurra y rellene estos microporos, y de este modo es polimerizado y establece una unión micromecánica.

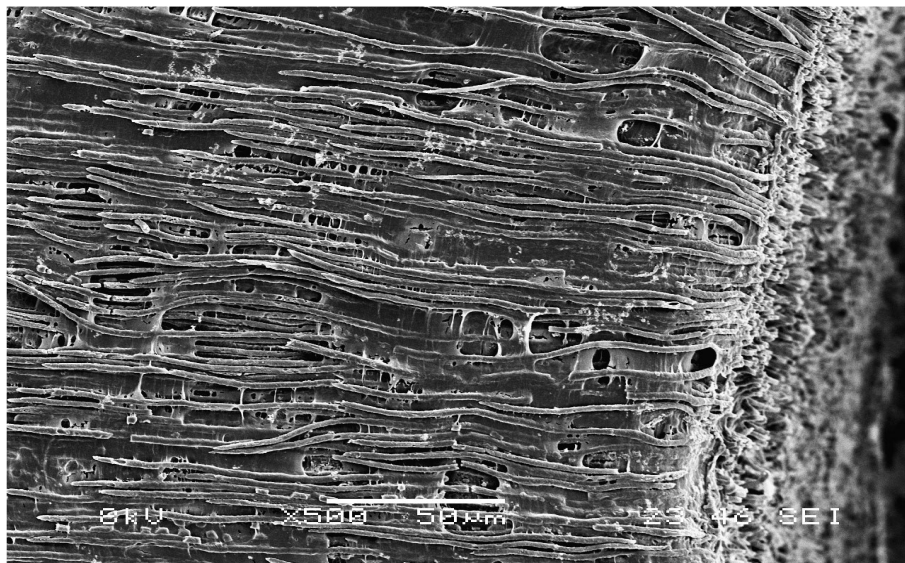


Figura 3-3. Fotografía de microscopia por barrido electrónico que muestra tags formados después de la aplicación de un sistema adhesivo para la cementación de un poste de fibra (SEM 500×). (Tomada de Breschi, 2009)

3.2.3.2 Adhesión a la dentina

La dentina es un tejido mucho más complejo, en comparación con el esmalte. Para comprender los fundamentos adhesivos entre un composite y el tejido dentinario debe estudiarse las características de ambas partes involucradas.

La dentina está compuesta en un 75% por materia inorgánica, 20% de materia orgánica y 5% de agua. El contenido inorgánico está representado por la hidroxiapatita, aunque en comparación con el esmalte el tamaño de sus cristales son más pequeños y presentan diferente distribución. La parte orgánica, es representada por las fibras colágenas, lo cual le otorga un rasgo distintivo respecto del esmalte.

Los túbulos dentinarios que alojan las prolongaciones odontoblásticas conectan la dentina con la pulpa, es precisamente la pulpa dentaria la que produce tejido dentinario en forma permanente, razón por la cual la dentina es un tejido dinámico sometido a cambios constantes en función del tiempo transcurrido y de estímulos de lo más diversos. En su estructura puede diferenciarse claramente una razón de mayor calcificación (dentina peritubular) y otra de menor mineralización denominada dentina intertubular donde predominan las mencionadas fibras colágenas. La cantidad y el diámetro de los conductillos dentinarios, así como la proporción del componente orgánico, aumentan considerablemente desde el límite amelodentinarios hacia apical de una pieza dentaria, con el consecuente aumento en la permeabilidad de la dentina. La permeabilidad dentinaria será factor importante para considerar cuando la dentina deba abordarse con tratamientos adhesivos. En preparaciones profundas y por ende con un tejido dentinario, en reglas generales, de alta permeabilidad, deberá presumirse que la calidad de la unión adhesiva será menor. Dicho de un modo muy básico y con fines solamente didácticos, la dentina podrá observarse clínicamente de tres modos distintos

respecto de su color superficial. Su tono podrá ser blanquecino amarillento, amarillento más oscuro o bien amarronado. Estos tres matices se relacionan con el grado de mineralización de este tejido y consecuentemente, con la permeabilidad dentinaria y la mayor o menor facilidad para el logro de adhesión. Mientras que el matiz blanco amarillento constituye el tejido dentinario de mayor permeabilidad, el marrón (dentina esclerótica) caracterizará el de menor permeabilidad. En términos de mantenimiento y preservación de la biología pulpar, cuanto menor sea la permeabilidad dentinaria menor será la posibilidad de injuria o daño pulpar en pieza vitales. Contrariamente a lo dicho, desde el punto de vista adhesivo, la situación de mayor calcificación será la más desfavorable, donde una dentina de aspecto amarillento (de mediana mineralización) es la más beneficiosa. Debe pues evaluarse clínicamente, desde el diagnóstico, la “calidad” de la dentina sobre la que se trabajará.

El contenido de agua es otro rasgo distintivo importante ya que, si lo que se intenta es adherir un composite, éste es un material altamente hidrofóbico. Al trabajar con elementos cortantes para la realización de una preparación cavitaria se genera el denominado barro dentinario (o smear layer). Esta capa que enmascara superficialmente la dentina subyacente se compone de detritos de tejidos dentarios y otros componentes del medio bucal (saliva, microorganismo, etc.) y su espesor se estima entre 0.2 y 0.5 micrómetros. Debe considerarse la existencia del barro dentinario de modo de realizarle algún tratamiento que favorezca la interacción adhesiva.

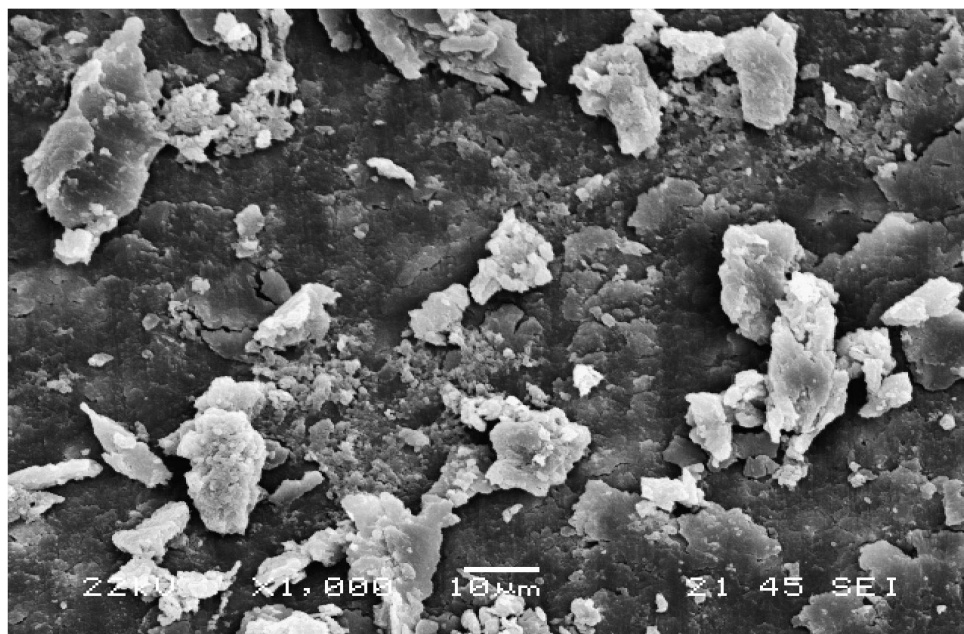


Figura 3-4. Fotografía del barrillo dentinario captada en microscopio de barrido electrónico (1000×). (Tomada de Breschi, 2009)

3.2.3.3 Parámetros que afectan la adhesión al tejido dentinario

La calidad, resistencia, durabilidad de la adhesión depende de varios factores. Importantes parámetros pueden incluir las propiedades fisicoquímicas del adherente y del adhesivo, las propiedades estructurales del adherente, el cual es heterogéneo, la presencia de contaminantes en la superficie de la preparación cavitaria, el desarrollo de fuerzas externas que impiden el proceso de adhesión por sus mecanismos de compensación, y el mecanismos de transmisión de cargas a través de la superficie adherida. Además el medio oral, sujeto a humedad, fuerzas físicas, cambios en la temperatura y pH, componentes dietéticos, y los hábitos masticatorios, influyen de manera considerable las interacciones adhesivas entre materiales y tejidos dentinarios. Si bien es cierto, la técnica de adhesión a esmalte mediante el acondicionamiento ácido es efectiva; la adhesión a dentina es compleja, pues en ella influyen otros factores como su compleja histología, el

tratamiento químico recibido, la distancia a la pulpa, el sistema adhesivo empleado y la edad del paciente.

La distinción entre los substratos adherentes es importante, pues uno de los factores requeridos para lograr una adhesión efectiva entre dos superficies, es que ambos posean una composición homogénea, es obvio que el esmalte y la dentina desde el punto de vista morfofisiológico, por lo tanto, el mecanismo de adhesión varía en ambos substratos.

La estructura del esmalte dentario está representada por cristales de hidroxiapatita de naturaleza iónica. La hidroxiapatita está compuesto por iones fosfato y calcio junto con grupos hidroxilo (OH⁻), lo cual permite considerarla un fosfato de calcio hidratado y por ende estabilizado, es decir insoluble en agua.

Las uniones iónicas denotan un sólido con energía superficial elevada, situación favorable desde el punto de vista adhesivo. Asimismo, posee poca cantidad de agua en su composición en comparación con la dentina.

3.2.4 Microfiltración

3.2.4.1 Definición

La microfiltración es definida como el paso de bacterias, fluidos, sustancias a través de un espacio entre la prótesis y el diente. Esto podría traer como consecuencia caries secundaria y compromiso pulpar.

Pueden existir muchos factores que favorezcan la microfiltración:

1. El grosor adecuado del cemento dental, ayuda a un correcto asentamiento de las prótesis. Según la American Dental Association (ADA) especificación nº8, el grosor ideal del cemento para una corona no debe superar las 25 micras en los cementos tipo I y no mayor de 50 micras en los cementos tipo II. Se establece que el límite es

25 micras. A medida que aumenta el grosor del cemento aumenta la discrepancia marginal.

2. La fuerza para asentar la prótesis menor de 10N resulta en un inadecuado asentamiento de la prótesis y una presión de 100 N provocaría daño pulpar. La fuerza similar a la presión digital es de 20N.

3. La técnica de cementado ofrece mejores resultados cuando se aplica el cemento en la mitad apical de la restauración, consiguiéndose una mejor fricción entre diente y restauración.

4. Después del cementado las coronas sufren una elevación de hasta 20 micras.

3.2.4.2 Métodos de evaluación de microfiltración

A continuación se citan los distintos métodos de los que disponemos para la evaluación del sellado marginal:

- Aire a presión
- Estudios bacteriológicos
- Estudios con radioisótopos
- Análisis de la activación de neutrones
- Estudios electroquímicos
- Microscopio electrónico de barrido
- Termociclado y ciclado mecánico
- Marcadores químicos
- Estudios de penetración de colorante

El método de penetración de colorante es el más usado.

3.3 Hipótesis

Los espigos de fibra de vidrio anatomizados con resina presentan valores de microfiltración menores que los espigos de fibra de vidrio estándar.

3.4 Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSION	DEFINICION CONCEPTUAL	TIPO DE VARIABLE	INDICADORES	ESCALA	VALOR
Espigo de fibra de vidrio	Es una estructura de haces de fibra de vidrio embebidas en una matriz de resina epóxica, más un agente acoplante, silano, que permite la integración entre ambas fases, de forma troncocónica lo más próxima al conducto radicular, pueden ser espigos estándar o espigos anatomizados.	Espigo de fibra de vidrio estándar	Espigo de fibra de vidrio tal cual fue fabricado.	Cualitativa	Espigo Estándar	Nominal	Si No
		Espigo de fibra de vidrio anatomizado	Espigo de fibra de vidrio estándar al cual se le adiciona resina compuesta para semejar la forma del conducto radicular.	Cualitativa	Espigo Anatomizado		Si No
Micro filtración de cementos resinosos	Penetración del colorante entre cemento/diente o cemento/espigo	-	-	Cuantitativa	Micras de penetración del colorante entre cemento/diente o cemento/espigo	De Razón	# de micras

3.5 Metodología

3.5.1 Tipo de investigación

El estudio es de tipo experimental, in vitro, prospectivo y transversal.

- Es experimental porque se manipulara las condiciones de la investigación y se compararan los resultados.
- Es In Vitro porque el estudio se realizara y manejara todo en un laboratorio.
- Es prospectivo debido a que la ocurrencia de hechos se recogerá conforme la ocurrencia de hechos.
- Es transversal porque se realizó en un momento dado.

3.5.2 Población y muestra

- **Muestra:** La investigación se realizará con una muestra de 30 dientes humanos extraídos.
- **Tipo de Muestreo:** El tamaño de la muestra se determinará por el tipo de muestreo no probabilístico y conveniencia, determinando la cantidad necesaria por las investigaciones revisadas en los antecedentes (aproximadamente un número de 15 dientes por grupo).
- **Sistema de Selección para formar los grupos:** Las muestras fueron divididas en dos grupos de forma aleatoria.

3.5.3 Procedimientos y técnica

Se seleccionaron 30 dientes humanos premolares inferiores, de reciente extracción (máximo 6 meses)

CRITERIOS DE INCLUSION:

- Dientes con similitudes en diámetro y longitud en la anatomía radicular.

CRITERIOS DE EXCLUSION:

- Dientes con más de un conducto radicular
- Formación apical incompleta
- Conductos radiculares obstruidos
- Presencia de reabsorciones internas.

Este estudio se realizó con una muestra de 30 dientes humanos, de los cuales fueron eliminados los segmentos coronales.

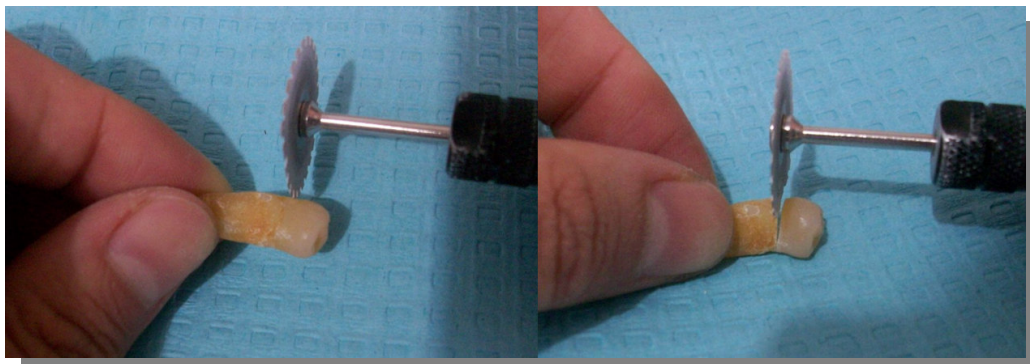


Figura 3-5. Eliminación de los segmentos coronales.

a. Tratamiento de conductos

A todos los dientes dentro de la muestra se les realizó tratamiento de conductos; se realizó conductometría con lima #15, la preparación biomecánica fue hasta la lima #35, posteriormente la preparación fue con la técnica de retroceso. Se irrigó con hipoclorito de sodio y el conducto fue ensanchado hasta la lima #70. Se obturó con técnica de condensación lateral, para ello se empleó conos de gutapercha, y cemento libre de eugenol.

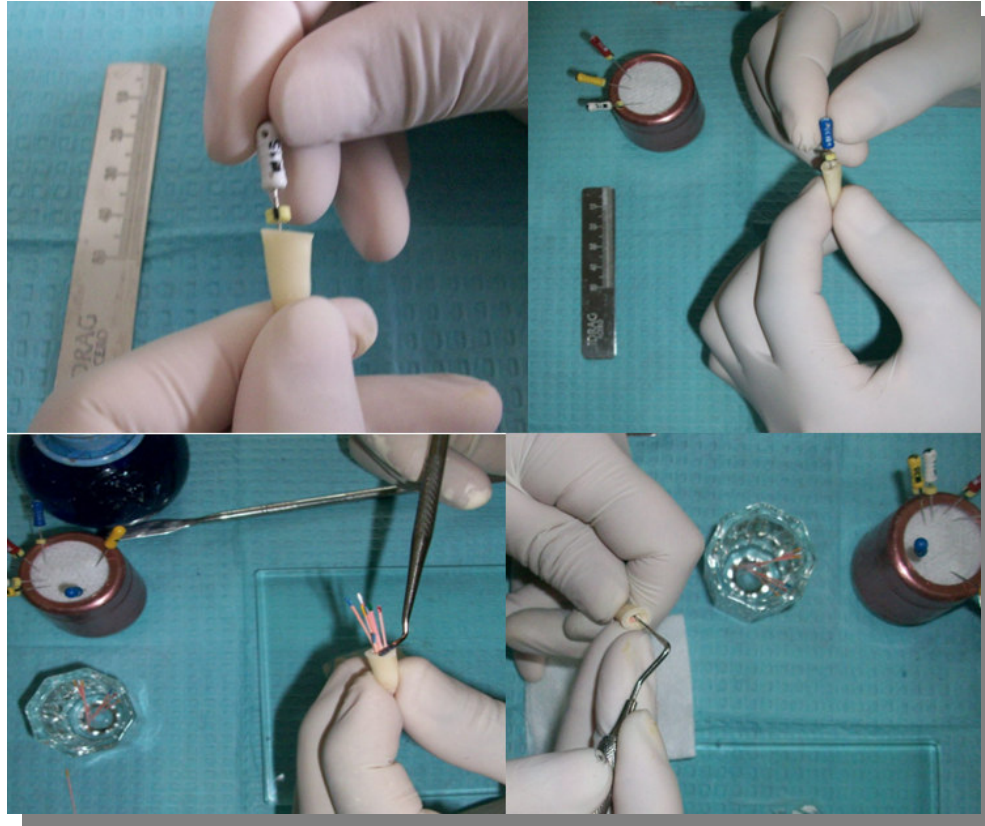


Figura 3-6. Tratamiento de conductos

b. Desobturación de conductos

Luego se procedió a la preparación de los conductos para la recepción de los espigos, usando los procedimientos convencionales se eliminó la gutapercha con instrumentos rotatorios (fresas Gates y Pessó).

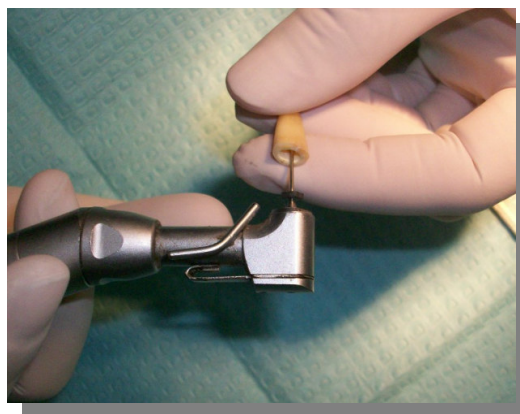


Figura 3-7. Desobturación de conductos

c. Cementación de espigos

Se separó dos grupos, con quince dientes cada uno, repartiendo de manera aleatoria los dientes dentro de cada grupo. Los espigos elegidos fueron los espigos de fibra de vidrio RefortPost, Angelus.

El **Grupo A** fueron los dientes a quienes se les colocó el espigo de vidrio estándar cementado con cemento resinoso.

El **Grupo B** fueron los dientes a quienes se les colocó el espigo de vidrio anatomizado con resina y cementado con cemento resinoso

Grupo A: El espigo seleccionado fue desinfectado con solución de Hipoclorito de Sodio al 5% por 2 minutos, se lavó con agua y se secó con aire. Se aplicó una capa de silano y se dejó secar por 1 minuto.

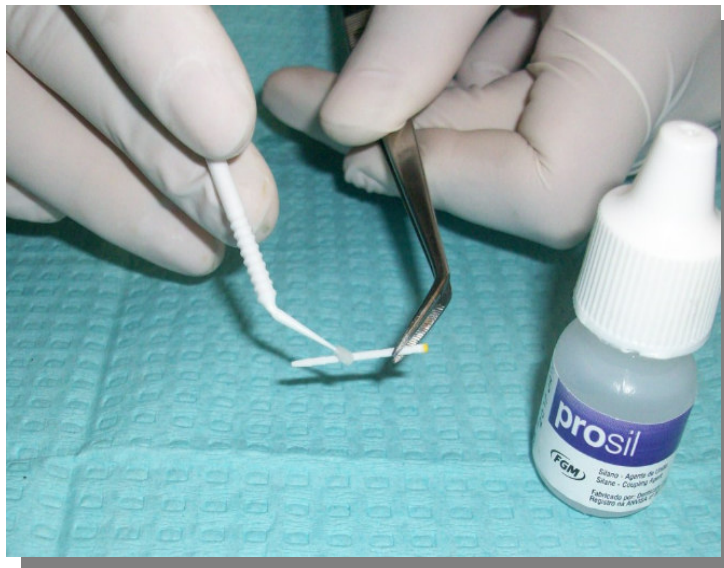


Figura 3-8. Aplicación de Silano

En el conducto radicular se colocó ácido ortofosfórico al 37% sobre la superficie de la dentina radicular, se lavó y se secó con conos de papel.

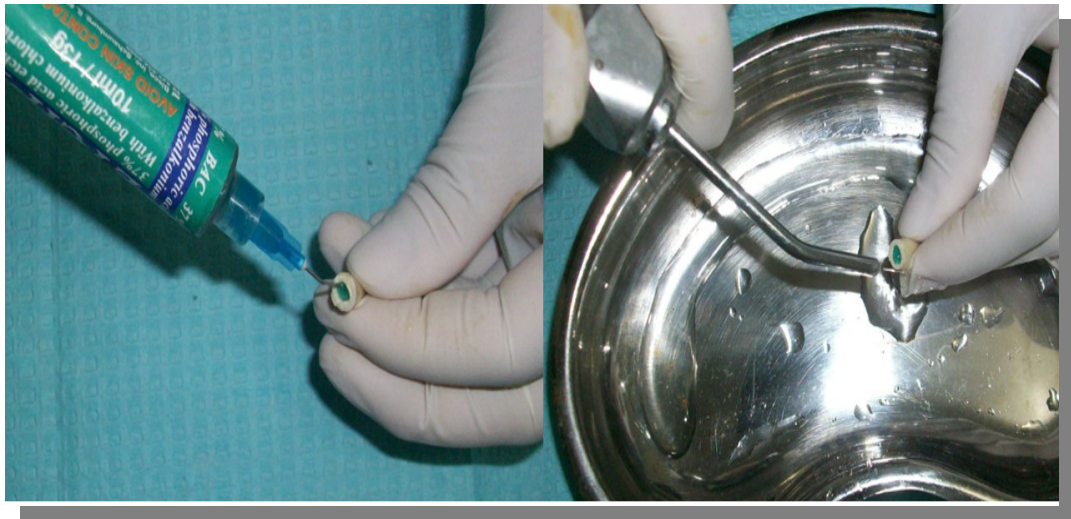


Figura 3-9. Colocación ácido ortofosfórico al 37% sobre la superficie de la dentina radicular y lavado con abundante agua

Se preparó el cemento resinoso (Relyx U200, 3M) según el fabricante:

Se dispensó el cemento en el block de mezcla. Se mezcló por 20 segundos, el tiempo de trabajo fue de 2 minutos. El espigo se embebió en cemento en toda su superficie y mediante el uso de una sonda periodontal se barnizaron las paredes de los canales radiculares en la muestra. Se asentó el espigo.

Los excesos de cemento fueron removidos con un explorador luego de exponerlos a 2 segundos de luz para llevarlos a un estado de gel. Se fotopolimerizó cada superficie por 40 segundos.

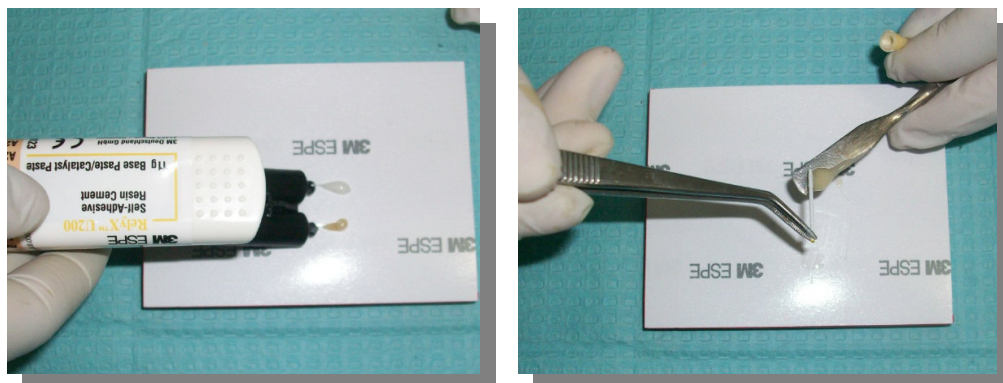


Figura 3-10. Dispensación del cemento para su mezclado, el espigo es embebido en la mezcla.

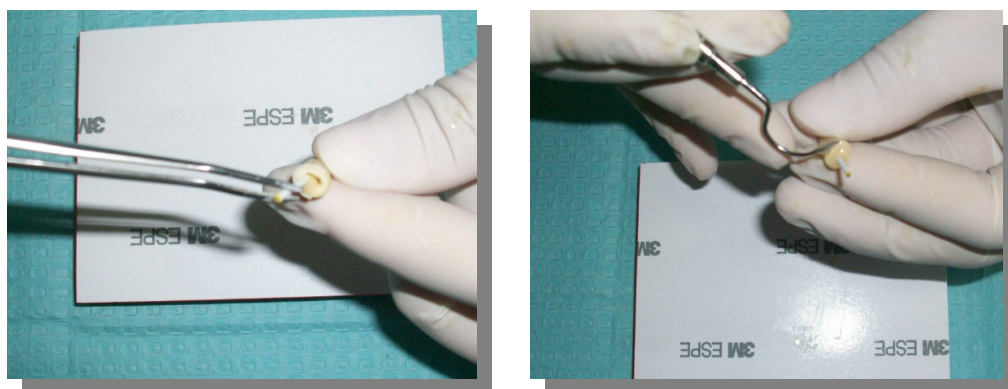


Figura 3-11. Colocación del espigo en el conducto radicular. Eliminación de excesos del cemento.

Grupo B: Se lubricó las paredes del conducto con gel de glicerina usando un microbrush, el espigo seleccionado fue desinfectado con solución de Hipoclorito de Sodio al 5% por 2 minutos, se lavó con agua y se secó con aire.

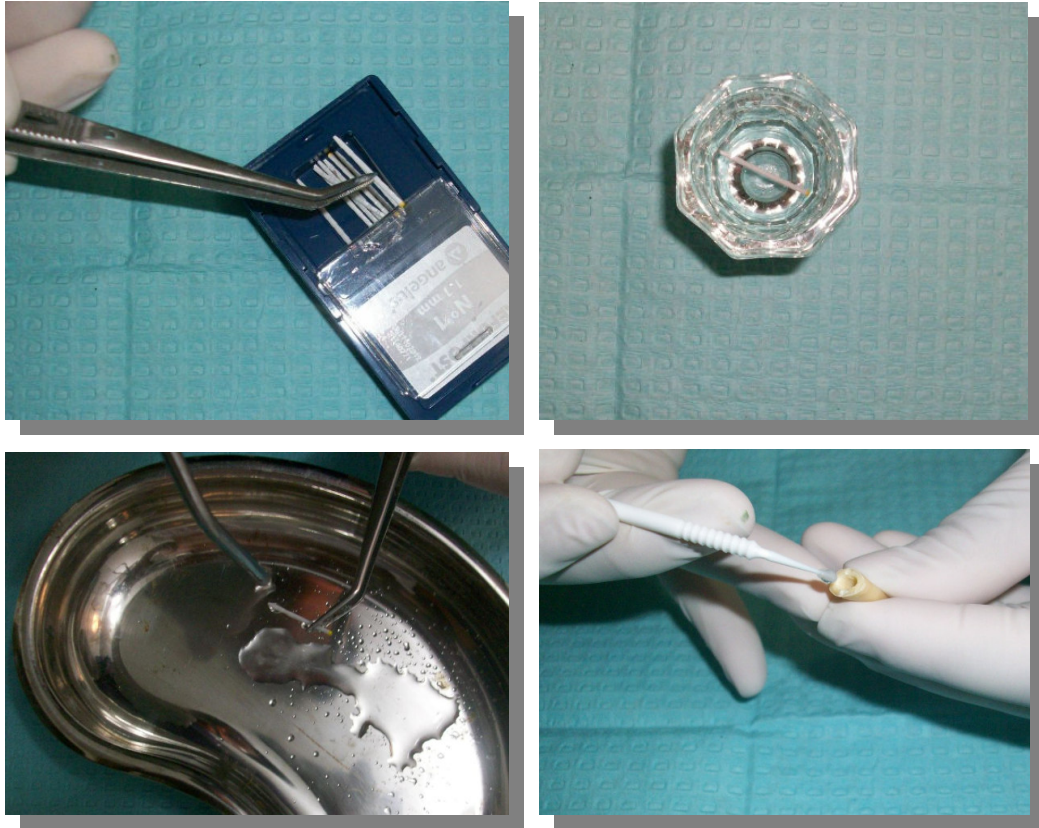


Figura 3-12. Selección del espigo, desinfección en hipoclorito de sodio al 5%. Colocación de glicerina en el interior del conducto radicular.

Luego se aplicó silano sobre la superficie del espigo y se esperó 1 minuto. Posteriormente, se colocó un sistema adhesivo usando un microbrush sobre toda la superficie del poste. Se aplicó aire por 1 a 3 segundos y se fotoactivó usando una unidad de polimerizado por el tiempo sugerido por el fabricante.



Figura 3-13. Aplicación de Silano. Aplicación del Adhesivo

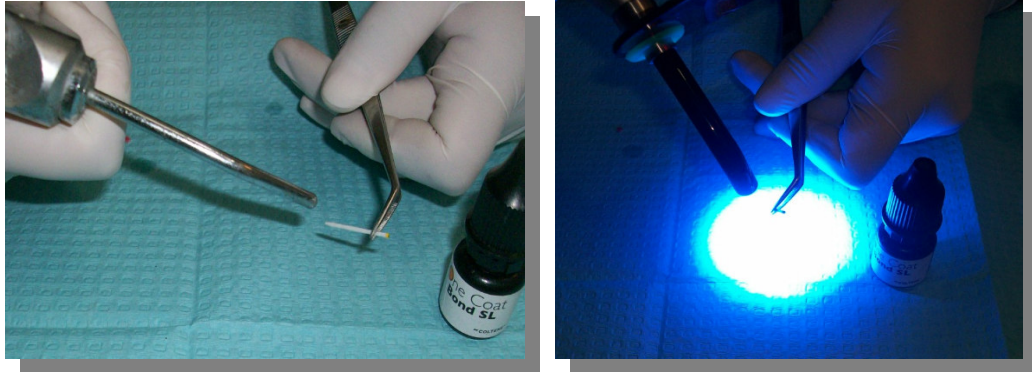


Figura 3-14. Aplicación de aire por 1 a 3 segundos. Fotocurado del Adhesivo.

Se colocó alrededor del espigo cantidad suficiente de resina compuesta de nanorrelleno (Filtek Z-350, 3M ESPE). Y en estas condiciones se colocó en la luz del conducto radicular, se aplicó presión constante y sostenida hasta que se logró percibir al tacto la resistencia ofrecida por las paredes del conducto. El exceso del material que se aglutinó en el borde libre, fue retirado con una espátula.

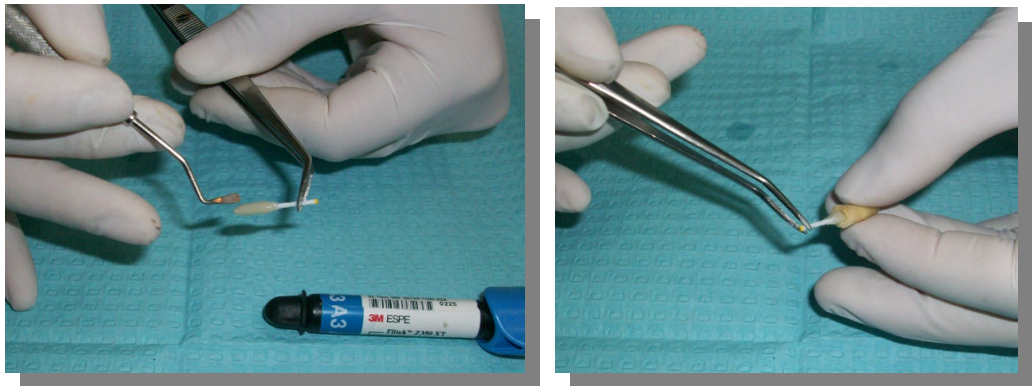


Figura 3-15. Colocación de resina compuesta de nanorrelleno (Filtek Z-350, 3M ESPE) alrededor del espigo. Se colocó en la luz del conducto radicular, se aplicó presión constante.

Se colocó en el borde libre del espigo, la luz de la unidad de polimerizado y se fotoactivó solo por 5 segundos. Se procedió a retirar el nuevo espigo formado generando una pequeña fuerza de tracción para dislocarlo del conducto y se terminó el polimerizado fuera del conducto radicular por lo menos durante 120 segundos.

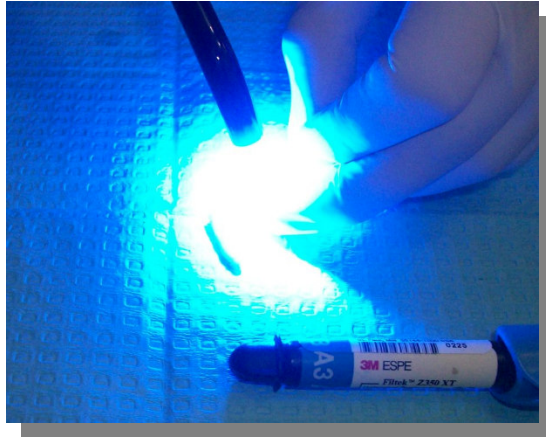


Figura 3-16. Se fotoactivó solo por 5 segundos

Se eliminó la glicerina de la superficie del nuevo espigo formado usando una gasa estéril embebida de alcohol.



Figura 3-17. Se eliminó la glicerina de la superficie del nuevo espigo formado y del conducto radicular con alcohol.

En el conducto radicular el exceso de glicerina se eliminó con un microbrush humedecido en alcohol. Luego se lavó con abundante agua. Después se colocó ácido ortofosfórico al 37% sobre la superficie de la dentina radicular, se lavó y se secó con conos de papel.



Figura 3-18. Se lavó y se colocó ácido ortofosfórico al 37% sobre la superficie de la dentina radicular, se lavó y se secó con conos de papel.

Se colocó silano, agente de acoplamiento, para que generar una superficie más reactiva del material de relleno de la resina compuesta para lograr de esta manera mayor adhesión. Se preparó el cemento resinoso (Relyx U200, 3M) según el fabricante: Se dispensó el cemento en el block de mezcla. Se mezcló por 20 segundos, el tiempo de trabajo fue de 2 minutos. El nuevo espigo se embebió en cemento en toda su superficie y mediante el uso de una sonda periodontal se barnizaron las paredes de los canales radiculares en la muestra. Se asentó el espigo con una presión ligera. Los excesos de cemento fueron removidos con un explorador luego de exponerlos a 2 segundos de luz para llevarlos a un estado de gel. Se fotopolimerizó cada superficie por 40 segundos.



Figura 3-19. Dispensación del cemento para su mezclado, el espigo anatomizado es embebido en la mezcla.

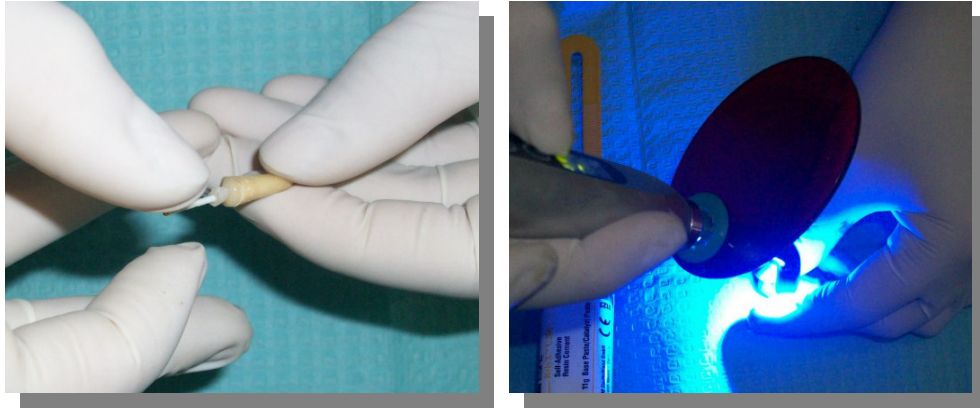


Figura 3-20. Se asentó el espigo con una presión ligera. Se fotopolimerizó cada superficie por 40 segundos.

d. Sellado apical de los dientes

Se procedió a barnizar con cianocrilato y luego con esmalte de uñas los tercios apical y medio, excepto el tercio cervical por ser el objetivo de nuestro estudio.



Figura 3-21. Se barnizó con cianocrilato y luego con esmalte de uñas los tercios apical y medio

e. Tinción de la muestra

La muestra fue sumergida en azul de metileno al 2% por 72 horas a temperatura ambiente, y luego se colocó en una estufa a 37° por 24 horas. Luego se almaceno 24 horas en un recipiente seco.



Figura 3-22. Se sumergió la muestra en azul de metileno al 2% por 72 horas a temperatura ambiente

f. Corte vestíbulo lingual

Luego se procedió a seccionar las muestras longitudinalmente en dirección vestíbulo lingual en dos secciones usando un disco de diamante de doble corte aproximadamente 25mm de diámetro con un equipo rotatorio de baja velocidad.

g. Observación en microscopio

Finalmente se observó la microfiltración marginal de las muestras usando un microscopio estereoscópico a un aumento de 8x.

En cada muestra se observó la penetración del colorante entre el diente y el espigo en la porción donde hubo una mayor infiltración y se midió la distancia que éste recorrió en la interfase dentina-espigo. Los valores obtenidos se reportaron en micras.

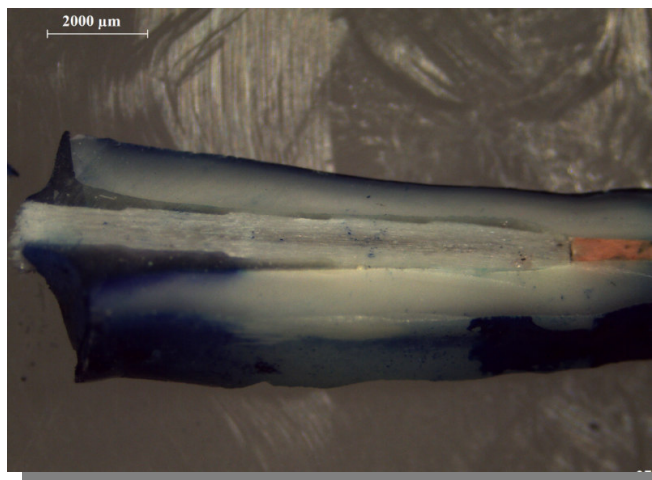


Figura 3-23. Fotografía de una de las muestras al microscopio estereoscópico (8x)

3.5.4 Procesamiento de datos

El procesamiento de datos se realizó en una computadora Core Inside i5, utilizando el siguiente software:

- Procesador de texto Microsoft Word
- Programa estadístico SPSS 21.

3.5.5 Análisis de Resultados

Los datos obtenidos fueron tabulados y analizados estadísticamente. Se aplicaron los siguientes test estadísticos:

Prueba de Shapiro-Wilk: Se utilizó para determinar el tipo de distribución de la muestra.

Prueba de Fisher: se usó para comparar la desviación estándar de las muestras.

Prueba T Student: Test de tipo paramétrico, que se usó para concluir si existía diferencia estadística, entre la microfiltración de los espigos de fibra anatomizados y los espigos de fibra estándar.

4 RESULTADOS

En las siguientes tablas se muestran los valores estadísticos descriptivos. Se observa que la media de microfiltración es mayor en el Grupo Espigo de Fibra Estándar (4000.1 micras) en relación al Grupo Espigo de Fibra Anatomizado (2567.8 micras)

Tabla 4-1. Valores estadísticos descriptivos del Grupo Espigo de Fibra Estándar

Valores estadísticos descriptivos						
Tipo espigo	Media	Des.	Mínimo	Máximo	Interv. de confianza	
		Estándar			Lim. Inf	Lim. Sup
Estándar	4000.1	2094.7	182.2	7721.1	2840.1	5160.1

Los valores descriptivos para la medición del Grupo Espigo de Fibra Estándar muestran una media de 4000.1 micras. Además el valor mínimo de lectura fue 182.2 micras mientras que el máximo valor de medida fue 7721.1 micras, Se aprecia también las medidas de proyección para un intervalo de confianza del 95% (ver TABLA 4-1).

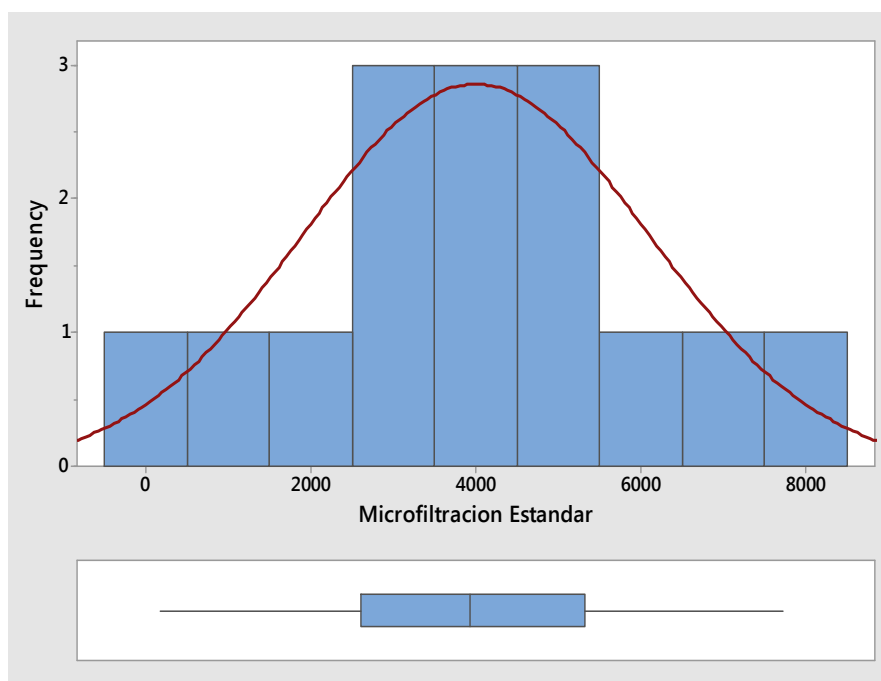


Figura 4-1. Distribución Grupo Espigo de Fibra Estándar

Tabla 4-2. Valores estadísticos descriptivos del Grupo Espigo de Fibra Anatomizado

Valores estadísticos descriptivos						
Tipo espigo	Media	Des. Estándar	Mínimo	Máximo	Interv. Conf. Media	
					Lím. Inf	Lím. Sup
Anatomizado	2567.8	832.3	1572.4	4358.8	2106.9	3028.7

Los valores descriptivos para la medición del Grupo Espigo de Fibra Anatomizado muestran una media de 2567.8 micras. Además el valor mínimo de lectura fue 1572.4 micras mientras que el máximo valor de medida fue 4358.8 micras, Se aprecia también las medidas de proyección para un intervalo de confianza del 95% (ver TABLA 4-2).

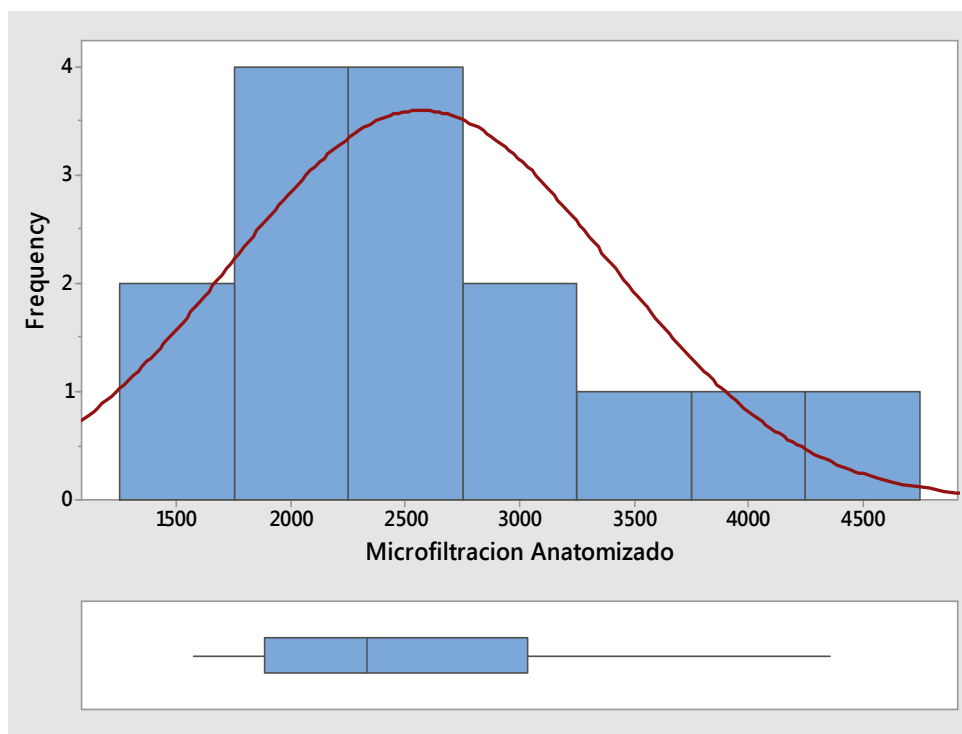


Figura 4-2. Distribución del Grupo Espigo de Fibra Anatomizado

EVALUACION DE LA HIPOTESIS

Los espigos de fibra de vidrio anatomizados con resina presentan valores de microfiltración menores que los espigos de fibra de vidrio estándar.

Para determinar la prueba de hipótesis a utilizar se debe realizar una prueba de Normalidad.

PRUEBA DE NORMALIDAD

Debido a que la cantidad de muestras es menor a 30 se aplicara prueba de normalidad Shapiro Wilk.

Hipótesis nula: H_0 : Los datos siguen una distribución normal

Hipótesis alterna: H_a : Los datos no siguen una distribución normal

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Tabla 3.

Tabla 4-3. Prueba de normalidad Shapiro Wilk de los valores de microfiltración obtenidos para el Grupo Espigo de Fibra Estándar y el Grupo Espigo de Fibra Anatomizado.

Shapiro-Wilk	
Espigo de fibra	Sig.
Anatomizados	0.193
Estándar	0.999

Debido a que el grado de significancia es mayor a 0.05 se acepta la hipótesis nula y que ambas muestras presentan distribuciones normales.

EVALUACIÓN DE LAS DESVIACIONES ESTANDARES DE LAS DOS MUESTRAS

Para analizar la igualdad de las varianzas se utilizó la prueba Fisher, que compara la desviación estándar de las muestras que presentan una distribución normal.

$$\text{Hipótesis nula: } H_0: \sigma_s / \sigma_a = 1$$

$$\text{Hipótesis alterna: } H_a: \sigma_s / \sigma_a \neq 1$$

$$\text{Nivel de significancia } \alpha = 0.05$$

Dónde:

σ_s : Desviación estándar de la Microfiltración en Grupo Espigo de Fibra Estándar

σ_a : Desviación estándar de la Microfiltración en Grupo Espigo de Fibra Anatomizado

Tabla 4-4. Análisis de igualdad de varianzas mediante la prueba de Fisher.

Prueba Fisher	
Igualdad de varianzas	Sig.
	0.001

Por ser la significancia 0,001 inferior a 0,05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta una desigualdad de varianzas.

EVALUACIÓN DE LAS MEDIAS DE LAS DOS MUESTRAS

Al tratarse de resultados con datos con números continuos, presentar una distribución normal y desigualdad de varianza, se realizó un test paramétrico, Prueba T Student, para analizar los resultados.

Hipótesis Nula: $H_0: \mu_S - \mu_a \leq 0$

Hipótesis Alterna: $H_a: \mu_S - \mu_a > 0$

Dónde: μ_S : Microfiltración en Grupo Espigo de Fibra Estándar

μ_a : Microfiltración en Grupo Espigo de Fibra Anatomizado

Tabla 4-5. Análisis de medias mediante la prueba T Student

Prueba T Student	
Valor T	2.46
Valor p	0.012

La Prueba T Student señala que la microfiltración entre ambos grupos es estadísticamente diferente; ya que el valor p es 0,012 ($p < 0,05$), Por lo tanto se acepta la hipótesis alterna: Mayor microfiltración en el Grupo Espigo de Fibra Anatomizado comparado al Grupo Espigo de Fibra Estándar.

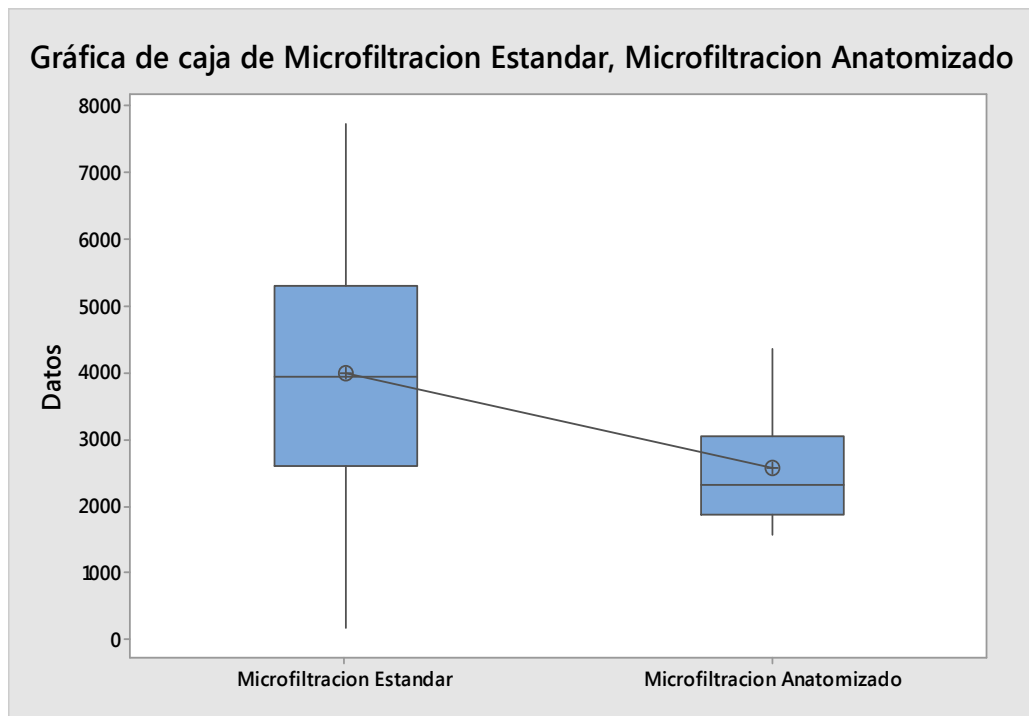


Figura 4-3. Comparación de la penetración del colorante entre dentina y cemento resinoso según el tipo de Espigo de Fibra.

5 DISCUSIÓN

La presencia de microfiltración es causa del fracaso de las restauraciones dentales de prótesis fija. Los pobre adaptación marginal en la interfase diente y espigo, favorece la microfiltración. Ante la presencia de una brecha los microorganismos y la saliva ingresan en esta interfase generando caries secundaria y enfermedades periodontales, por lo tanto es importante intentar minimizar este desajuste entre dentina y espigo. Lograr un sellado adecuado es un factor importante al momento de asegurar el éxito de una restauración en el tiempo, por lo que evitar la microfiltración se convierte en un objetivo clave a cumplir.

En el presente estudio se comparó la microfiltración de azul de metileno al 2% en la interfase dada por el cemento resinoso en espigos de fibra de vidrio estándar y espigos de fibra de vidrio anatomizados. Se realizó la cementación de espigos de fibra de vidrio estándar y espigos de fibra de vidrio anatomizados con resina compuesta, teniendo como fin determinar si por la forma del espigo se lograba tener similar o menor microfiltración.

Los datos obtenidos en este estudio, revelan que hay mayor microfiltración en el Grupo Espigos fibra de vidrio Estándar al compararlos con el Grupo Espigos fibra de vidrio Anatomizados. Esto podría explicarse porque se reduce el espesor de la capa del cemento resinoso por lo tanto sufre menor contracción y logra una mejor adaptación al conducto radicular. Nuestro trabajo coincide con D'Amelio (2001), quien refiere que las capas delgadas de cemento presentan menos burbujas y otros defectos que actúan como puntos de falla y posterior microfiltración al igual que Flores W (2007) quien dice que existe menor microfiltración y mejor adaptación al usar la técnica de impresión directa de los conductos radiculares.

Se coincide también con Faria-E-Silva A y col (2009) quien atribuye la resistencia a la dislocación del espigo a la fricción generada por la cementación de espigos de fibra anatomizados; ya que se disminuye la presencia de burbujas de aire quienes son causantes de desadaptación marginal entre dentina y espigo, y estas burbujas de aire se pueden reducir por el aumento de la presión durante la cementación de espigos adaptados a la forma exacta del conducto radicular. Además Grandini y col (2005) coinciden en que la buena adaptación de los postes anatómicos reduce el espesor de cemento de resina en comparación a los postes estándares; a excepción del tercio apical del conducto radicular.

Se coincide con Ravanshad (2003) quien demuestra que los postes prefabricados presentaron mayor microfiltración y que los cementos de adhesión a dentina tienen menos microfiltración que los cementos tradicionales pero concluye que la adaptación del poste con el canal es más importante que el cemento utilizado.

Al igual, se coincide también con Bru (2013) quien dice que una capa excesivamente gruesa de cementación alrededor de un poste de fibra es un factor desfavorable para el éxito a largo plazo de restauraciones, teniendo como consecuencia la desadaptación y microfiltración, refiere que la retención pasiva del poste se mejora si se ajusta perfectamente al espacio preparado del diente, el ajuste marginal varía a lo largo de la longitud del canal de la raíz ya que es mayor en la zona cervical y menor en la zona apical donde la polimerización no es exitosa, hay mayor presencia de cantidad de residuos (gutapercha y capa de barrillo dentinario) y donde el control de la humedad es más complicado, sin embargo, si el poste se ajusta bien a la forma de la raíz hay menos probabilidad de desadaptación y microfiltración. También Noroña (2012) concluyó que existen diferencias en el uso de pernos de fibra de vidrio cilíndrico y cilíndrico cónicos, en relación a su

adaptación con los diferentes elementos dentarios. Gomes y col (2014) también demuestra que a mejor adaptación del poste de fibra menor espesor de la capa de cemento y por lo tanto menor formación de espacios o burbujas y menor microfiltración.

Merlín (2015) refiere que el tratamiento de superficie de los postes influye altamente en la fuerza de adhesión, por lo tanto en la adaptación, entre el cemento y el poste con lo cual reportó menores valores de microfiltración. Pero nuestros resultados son contrarios a los de Coniglio (2010) quien evaluó el sistema de espigos ovalados comparados a los circulares, obteniendo que el espesor reducido del material de cementación generó menor contracción de polimerización, pero sus resultados mostraron que ni el sistema de espigos ni el cemento afectaron significativamente la fuerza de retención ni la adaptación.

6 CONCLUSIONES

Nuestro objetivo general fue determinar la capacidad de adaptación de un espigo de fibra de vidrio anatomizado con respecto al espigo de fibra de vidrio estándar para lo cual concluimos que el espigo anatomizado presenta mejor adaptación marginal que un espigo estándar.

Para el objetivo específico determinación de la microfiltración en el cemento resinoso entre el diente y el espigo de fibra de vidrio estándar concluimos que la microfiltración fue de 4000.1 micras.

Para el objetivo específico determinación de la microfiltración en el cemento resinoso entre el diente y el espigo de fibra de vidrio anatomizado concluimos que la microfiltración fue de 2567.8 micras.

Para el objetivo específico comparación de la microfiltración en el cemento resinoso entre el diente y el espigo de fibra de vidrio estándar; y entre el diente y el espigo de fibra de vidrio anatomizado se concluye que el porcentaje de microfiltración para el grupo de espigos estándar fue mayor que el del grupo de espigos anatomizados con una diferencia estadísticamente significativa.

Ninguna de las formas de espigo de fibra fue capaz de evitar por completo la microfiltración en la interfase diente-espigo.

7 BIBLIOGRAFIA

- (1) D'Amelio M. Fiber posts: clinics and technical expedients to avoid decementation. En: Atti del V Simposio Internazionale di Odontoiatria Adesiva e Ricostruttiva. Genova: S. Margherita Ligure; 2001.p.34-38
- (2) Ravanshad S, Ghoreeshi N. An in vitro study of coronal microleakage in endodontically-treated teeth restored with posts. Australian Endodontic Journal: The Journal Of The Australian Society Of Endodontology Inc.2003 29(3): 128-133.
- (3) Grandini S y col. Evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts J ADHES Dent. 2005 otoño; 7 (3): 235-40.
- (4) Flores W. Microfiltracion de pernos muñones confeccionados con la técnica directa e indirecta. Kiru. 2007,4(2):38-44
- (5) Jung. Microleakage and fracture patterns of teeth restored with different posts under dynamic loading. J Prosthet Dent. 2007 Oct; 98(4):270-6.
- (6) Faria-E-Silva A. Effect of relining on fiber post retention to root canal. Journal of Applied Oral Science. 2009; 17(6):600-4

- (7) Coniglio I. Push-out bond strength of circular and oval-shaped fiber posts. J Endod 34:752–755
- (8) Noroña D. Análisis cuantitativo de adaptación de pernos fibra de vidrio cilíndricos y cilíndrico-cónicos en diferentes anatomías de dientes unirradiculares (In Vitro). Pautas para diseñar nuevas técnicas. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Odontología.2012.
- (9) Gualda J. Estudio comparativo de la filtración marginal en postes de fibra de vidrio cementados con dos cementos de resina. Chile; 2013.
- (10) Bru E. Fibre post behaviour prediction factors. A review of the literature. J Clin Exp Dent. 2013 Jul; 5(3): e150–e153.
- (11) Gomes G, Rezende E, Gomes O, Gomes J, Loguercio A, Reis A. Influence of the resin cement thickness on bond strength and gap formation of fiber posts bonded to root dentin. The Journal Of Adhesive Dentistry 2014; 16(1): 71-78.
- (12) Merlín D, Williams R, Barceló F; Evaluación in vitro de filtración hacia conducto radicular de dos sistemas de reconstrucción post endodóncica In vitro. Revista Odontológica Mexicana. Enero-Marzo 2015 Vol. 19, Núm. 1 pp 38-42
- (13) Ramírez R. y col. Microfiltración en cavidades clase ii restauradas con resinas compuestas de baja contracción. 2009
- (14) Pino A. y col. .Análisis comparativo in vitro de la resistencia adhesiva de postes de fibra de vidrio cementados con dos cementos de resina dual. 2013
- (15) Cenci M. y col. Influence of thermal stress on marginal integrity of restorative materials. . J Appl Oral Sci. 2008 Apr; 16(2): 106–110

- (16) Kobayashi A, Quintana M. Espigos: Pasado, presente y futuro. *Carta Odontol.* 2000; 5(15):21-27.
- (17) Cheung W. "A review of the management of endodontically treated teeth. Post, core and the final restoration" *J Am Dent Assoc* 2005; 136(5): 611-619.
- (18) Scotti R, Ferrari M. Pernos de fibra: Bases teóricas y aplicaciones clínicas. 1era Ed. Madrid: Masson; 2004.
- (19) Quintana del Solar, Martín, Castilla M y Matta C. Resistencia a la fractura frente a carga estática transversal en piezas dentarias restauradas con espigomujón colado, postes de fibra de carbono y de aleación de titanio. *Rev. Estomatol. Herediana*, ene./junio 2005, vol.15, no.1, p.24-29. ISSN 1019-4355.
- (20) Llanos C. Postes de fibra: evolución y características. 2008.
- (21) Espinosa-Fernández R, Reconstrucción con postes de fibra y mujón resina. *Fórmula Odontológica [online]* 2005 septiembre.
- (22) Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E, Gotfredsen K. Retention and failure morphology of prefabricated posts. *Int J Prosthodont.* 2004; 17(3): 307-12.
- (23) Patricio M. Análisis comparativo in vitro del grado de microfiltración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas usando seis adhesivos de diferentes marcas comerciales con y sin evaporar sus solventes. Universidad de Chile. Facultad de Odontología
- (24) Shillingburg H.; Kessler J., *Restoration of the Endodontically-treated Tooth.* Quintessence Publishing. 1982

- (25) Otamendi C. Efecto de los Compuestos Eugenólicos en los materiales utilizados en endodoncia sobre la unión de los sistemas adhesivos. www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitado_35.htm
- (26) Dedmon, HW. Ability to evaluate nonvisible margins with an explorer. *Oper Dent* 1985;10:6-11.
- (27) Blumer L, Schmidli F, Weiger R, Fischer J. A systematic approach to standardize artificial aging of resin composite cements. *Dental Materials*. 2015.
- (28) D'Arcangelo C, Cinelli M, De Angelis F, D'Amario M. The effect of resin cement film thickness on the pullout strength of a fiber-reinforced post system. *J Prosthet Dent*. 2007;98:193-8.
- (29) Monticelli F, Ferrari M, Toledano M. Cement system and surface treatment selection for fiber post luting. *Medicina Oral, Patología Oral Y Cirugía Bucal* 13(3): E214-E221.
- (30) Wong J, Caputo A, Li P, White S. Microleakage of adhesive resinous materials in root canals. *Journal Of Conservative Dentistry: JCD*. 2015 16(3): 213-218.
- (31) Grandini, S., Goracci, C., Monticelli, F., Borracchini, A., and Ferrari, M. (2005). SEM evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts. *Journal of Adhesive Dentistry*, 7, 235–240.

8 ANEXOS

Ficha de recolección de datos

Tipo De Espigo	Espigo de fibra de vidrio estándar		Espigo de fibra de vidrio anatomizado	
	Longitud Total	Longitud Máx tinturada	Longitud Total	Longitud Máx tinturada
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				